



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MANTENIMIENTO**

**“GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LA SECCIÓN DE
EQUIPO CAMINERO DEL GOBIERNO MUNICIPAL DE
ARAJUNO”**

PICO LEGUÍZAMO CRISTIAN RAFAEL

TESIS DE GRADO

**Prevía a la obtención del Título de:
INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Cristian Rafael Pico Leguízamo

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme descubrir las oportunidades en el duro trayecto que es la vida, a mis padres Mariana y Vicente por su amor, trabajo duro y sacrificio hombro a hombro.

A quienes forman parte de mi vida y de éste trabajo, que con su pequeño granito de arena me han fortalecido e impulsado; pues sin su apoyo no hubiera sido posible el presente: Gracias a mi abuelito Jovino, a Gabriela, mi hija Pamela Elizabeth, Liliana y Alisson.

Al Abogado Mario López, Alcalde del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno; que gracias a su nobleza y espíritu sensible fue posible este noble trabajo.

A mi Director y Asesor de Tesis, que con sus sabias experiencias impartidas, supieron fortificar la conciencia y la mente.

Cristian Rafael Pico Leguízamo

DEDICATORIA

Dedico este modesto trabajo a Dios, en primer lugar por brindarme su bendición en cada uno de mis actos.

A mis familiares, de manera especial, a mis padres por la incondicional confianza puesta en mí.

A todos los maestros, por la enseñanza y experiencias compartidas en el desarrollo de este documento.

A los amigos y compañeros, por las anécdotas vividas durante todo mi trayecto de ésta noble institución.

Cristian Rafael Pico Leguízamo

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1. Gestión del mantenimiento.....	3
2.2. Gestión de la información de equipos.....	4
2.2.1. Documentos de gestión.....	6
2.2.2. Indicadores de gestión del mantenimiento.....	10
2.2.3. Codificación de la maquinaria.....	12
2.3. Gestión de repuestos.....	13
2.4. Gestión de recursos humanos en mantenimiento.....	14
2.5. Gestión estratégica del mantenimiento.....	16
2.5.1. Gestión de evaluación organizativa del mantenimiento.....	16
2.6. Metodología de la gestión en la detección de fallas en equipo caminero.....	17
2.6.1. Diagnóstico del tren de potencia.....	18
2.6.2. Diagnóstico de fallas en sistemas hidráulicos.....	19
2.6.3. Monitoreo, diagnóstico y control electrónico.....	19
2.6.4. Análisis de fallas en motor diesel.....	19
2.6.5. Análisis del costo de vida (LCC).....	20
2.6.6. Mantenimiento basado en la condición (CBM).....	20
2.6.7. Análisis RAM: Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.....	21
2.6.8. Mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM o MCC.....	21
2.7. Equipo caminero.....	22

2.7.1.	Volquete.....	22
2.7.2.	Tractor Bulldozer.....	23
2.7.3.	Retroexcavadora.....	23
2.7.4.	Rodillo compactador.....	24
2.7.5.	Motoniveladora.....	25
2.8.	Gestión de lubricación.....	26
2.8.1.	Grados SAE.....	27
2.8.2.	Grados API.....	27
2.8.3.	Aceites hidráulicos.....	28
2.8.4.	Aceites para motores.....	29
2.8.5.	Aceites para transmisiones.....	29
2.8.6.	Grasas lubricantes.....	30

3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL EQUIPO CAMINERO EN EL “GADMA”

3.1.	Organización administrativa técnica.....	31
3.1.1.	Organización estructural del personal.....	31
3.2.	Equipo caminero.....	33
3.3.	Plan de mantenimiento preventivo.....	33
3.3.1.	Codificación.....	34
3.3.2.	Inventario del equipo.....	34
3.3.3.	Solicitud de materiales y orden de trabajo.....	34
3.3.4.	Estado técnico.....	35
3.3.5.	Programación del mantenimiento.....	46
3.3.6.	Bodega.....	46
3.3.7.	Lubricación.....	47
3.3.8.	Manuales de mantenimiento.....	47
3.4.	Análisis organizacional.....	48
3.4.1.	Fortalezas.....	48
3.4.2.	Oportunidades.....	48
3.4.3.	Debilidades.....	49
3.4.4.	Amenazas.....	49

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL EQUIPO CAMINERO

4.1.	Estructura organizacional.....	51
4.2.	Estructura funcional.....	52
4.3.	Codificación del equipo caminero.....	55
4.4.	Plan de mantenimiento....	56
4.4.1.	Inventario del equipo.....	57
4.4.2.	Orden de trabajo.....	59
4.4.3.	Solicitud de materiales.....	60
4.4.4.	Bitácora de mantenimiento.....	61
4.5.	Programación del mantenimiento.....	62
4.5.1.	Mantenimiento preventivo de Volquetes.....	70
4.5.2.	Mantenimiento preventivo del Bulldozer.....	72
4.5.3.	Mantenimiento preventivo de Cargadora Frontal.....	76
4.5.4.	Mantenimiento preventivo de Rodillo Vibratorio Bomag.....	79
4.5.5.	Mantenimiento preventivo de Excavadora Caterpillar 320 C.....	81
4.5.6.	Mantenimiento preventivo de Excavadora Case.....	84
4.5.7.	Mantenimiento preventivo de Motoniveladora.....	88
4.5.8.	Mantenimiento preventivo de Retroexcavadora.....	91
5.	Conclusiones y Recomendaciones	
5.1.	Conclusiones.....	94
5.2.	Recomendaciones.....	96

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1. Clasificación según los grados SAE.....	27
2.2. Clasificación según los grados API.....	28
2.3. Aceites hidráulicos utilizados.....	28
2.4. Aceites para motor utilizados.....	29
2.5. Aceites para transmisión utilizados.....	30
2.6. Grasa lubricante.....	30
3.1. Personal de mantenimiento.....	31
3.2. Equipo caminero existente.....	33
3.3. Criterios para determinar el estado técnico.....	35
3.4. Estado técnico equipo Bulldozer Dressta International.....	37
3.5. Estado técnico equipo Bulldozer Caterpillar D6N	38
3.6. Estado técnico equipo Cargadora frontal.....	39
3.7. Estado técnico equipo Rodillo compactador BOMAG.....	40
3.8. Estado técnico equipo Excavadora Caterpillar 320 C.....	41
3.9. Estado técnico equipo Excavadora CASE CX 210 B.....	42
3.10. Estado técnico equipo Motoniveladora CASE 845.....	43
3.11. Estado técnico equipo Retroexcavadora Case.....	44
3.12. Estado técnico equipo Retroexcavadora JCB.....	45
4.1. Codificación del equipo caminero.....	55
4.2. Niveles del plan de mantenimiento propuesto.....	56
4.3. Actividades de mantenimiento Tipo A.....	63
4.4. Formato del checklist Tipo A.....	64
4.5. Actividades de mantenimiento Tipo B.....	65
4.6. Formato del checklist Tipo B.....	67
4.7. Frecuencia de lubricación para tractor Dreessta International TD 15 C.....	74
4.8. Frecuencia de lubricación para Bulldozer Caterpillar D6N.....	75
4.9. Frecuencia de lubricación para Cargadora Frontal JCB.....	77
4.10. Frecuencia de lubricación para Excavadora Caterpillar 320C.....	85
4.11. Frecuencia de lubricación para Excavadora Case CX 210 C.....	87
4.12. Frecuencia de lubricación para Retroexcavadora Case.....	89

4.13.	Frecuencia de lubricación para Retroexcavadora Case.....	91
4.14.	Frecuencia de lubricación para Retroexcavadora “JCB”	93

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1. Concepto actual de la gestión del mantenimiento.....	4
2.2. Modelo de registro de máquina o inventario.....	6
2.3. Modelo de solicitud de materiales y repuestos.....	7
2.4. Modelo de la orden de trabajo.....	8
2.5. Modelo de la bitácora de mantenimiento.....	9
2.6. Modelo del plan de mantenimiento	10
2.7. Forma de codificar los activos de una empresa.....	12
2.8. Método de evaluación organizativa “P.D.C.A”.....	16
2.9. Volquete Hino “GH”.....	22
2.10. Tractor Bulldozer.....	23
2.11. Retroexcavadora.....	24
2.12. Rodillo vibratorio.....	25
2.13. Motoniveladora.....	25
2.14. Modelo del hoja de lubricación.....	26
4.1. Diagrama estructural del departamento de mantenimiento del G.A.D. de Arajuno.....	52
4.2. Formato de inventario de equipo caminero.....	58
4.3. Formato de orden de trabajo.....	60
4.4. Formato de solicitud de materiales y repuestos.....	61

LISTA DE ABREVIACIONES

API	Instituto Americano del Petróleo
CBM	Mantenimiento Basado en la Confiabilidad
EN 13306:2011	Norma Europea Relativa a Terminología del Mantenimiento Año 2011
MIL	Especificaciones Militares de los Estados Unidos de América
MPG	Grasa Multi Propósito
RCM	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices
TPM	Mantenimiento Productivo Total

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.	Fichas de datos técnicos del equipo caminero
ANEXO 2.	Equipo caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno
ANEXO 3.	Control de cambio de repuestos
ANEXO 4.	Checklist realizados al equipo caminero para diagnosticar su estado técnico
ANEXO 5.	Hoja de control para mantenimiento de equipo pesado y liviano
ANEXO 6.	Listado de personal del departamento de mantenimiento y operadores del equipo caminero
ANEXO 7.	Bitácora del mantenimiento del equipo caminero
ANEXO 8.	Mantenimiento programado de tractor Bulldozer Dressta International
ANEXO 9.	Mantenimiento programado de tractor Bulldozer Caterpillar D6N XL
ANEXO 10.	Mantenimiento programado de Rodillo Bomag BW211D-3
ANEXO 11.	Mantenimiento programado de Cargadora Frontal JCB 426 ZX
ANEXO 12.	Mantenimiento programado de Excavadora Caterpillar 320 C
ANEXO 13.	Mantenimiento programado de Excavadora CASE CX 210
ANEXO 14.	Mantenimiento programado de Motoniveladora CASE 845
ANEXO 15.	Mantenimiento programado Retroexcavadora CASE de 90HP
ANEXO 16.	Mantenimiento programado de Retroexcavadora JCB 3C
ANEXO 17.	Control de lubricación de equipo caminero

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno, cantón de la Provincia de Pastaza en cumplimiento con su política de bienestar para con su pueblo, ha establecido como una de las prioridades fundamentales la red vial del cantón que permita el desarrollo socio-económico y sustentable de todas las comunidades que la integran, para lo cual posee una flota de equipo caminero de nueve unidades comprendidos entre tractores Bulldozer, Cargadora frontal, Rodillo vibratorio, Motoniveladora, Retroexcavadoras, Excavadoras, que permiten realizar la construcción de nuevas vías y el mantenimiento de las existentes.

La falta de una planificación y programación del mantenimiento en estos equipos ha ocasionado la indisponibilidad de los mismos, generando como consecuencia retraso en la construcción y mantenimiento de las obras viales planificadas debido a los diferentes fallos que han producido paros totales y parciales en los equipos con la consecuente elevación de costos tanto operativos como de mantenimiento, constituyéndose en un grave problema para la administración municipal.

Esta situación plantea implementar un sistema de gestión de mantenimiento que permita planificar, programar y controlar las tareas de mantenimiento preventivo a los equipos a fin de cumplir su funcionalidad con eficiencia y eficacia en los trabajos programados, mayor disponibilidad de los mismos y bajos costos operativos y de mantenimiento complementándose con un mejor manejo de la logística del mantenimiento como: mano de obra, materiales, repuestos y herramientas.

1.2 Justificación

Durante mucho tiempo en las instituciones tanto públicas como privadas, el implantar un sistema de gestión de mantenimiento ha pasado omitido, pues la carencia de buenas políticas por parte de los encargados el mantenimiento ha generado el acortar la vida útil de los equipos.

La necesidad impredecible de contar con el equipo caminero para el desarrollo vial del cantón hace necesario implementar un sistema de “Gestión del Mantenimiento para la Sección de Equipo Caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno” que permita una mejor administración técnica económica que se traduzca en mayor disponibilidad de los equipos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Implementar un sistema de gestión del mantenimiento para la sección de equipo caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer la fundamentación teórica de la gestión del mantenimiento.
- Analizar la situación actual de la gestión del mantenimiento del equipo caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno.
- Desarrollar un sistema de gestión del mantenimiento programado para el equipo caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión del mantenimiento [1]

La norma europea relativa a terminología del mantenimiento (EN 13306:2011) define a la gestión del mantenimiento como:

Aquellas actividades de la gestión que determinan los objetivos del mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades, que se las realiza por medio de planificación del mantenimiento, control y supervisión del mantenimiento, y mejora de los métodos en la organización incluyendo los aspectos económicos.

Es importante comprender por gestión, el arte, donde están implícitas las actitudes y aptitudes de los individuos, para lograr que las cosas se hagan correctamente.

El objetivo principal del mantenimiento planificado es buscar establecer un sistema de gestión de la disponibilidad y mantenimiento de los equipos, facilitar la gestión de repuestos aumentar el tiempo entre fallos, facilitar la mantenibilidad, prevenir el deterioro, prever averías, etc.

El concepto actual de la gestión del mantenimiento, está determinado por sus índices de: fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Figura 2.1.

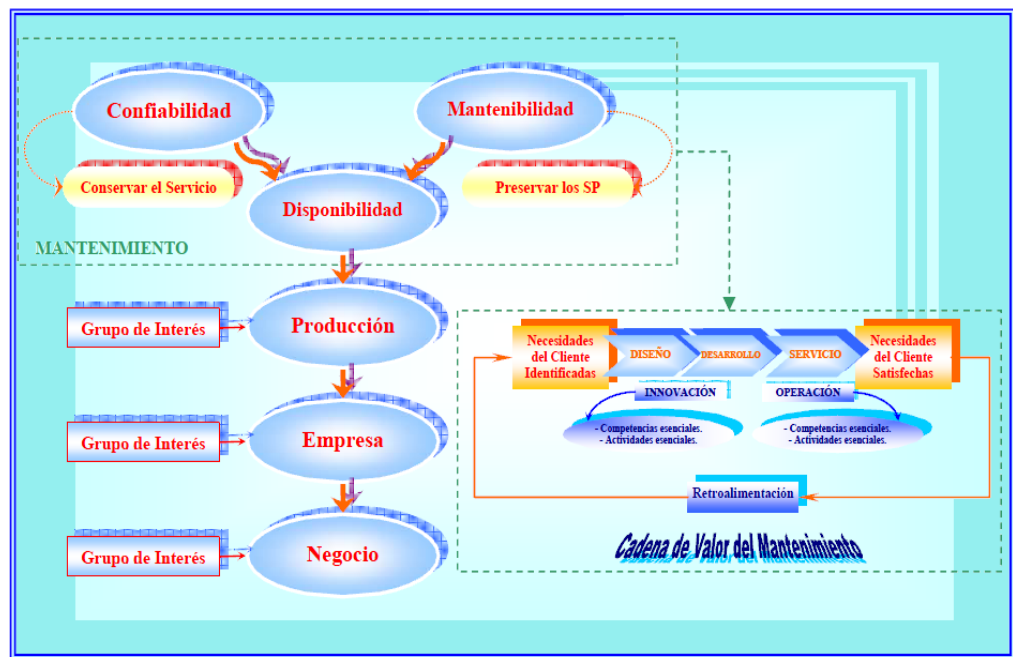


Figura. 2.1: Concepto actual de la gestión del mantenimiento.

2.2. Gestión de la información de equipos

Quien se encuentre detrás de la gestión de mantenimiento necesita generar abundante información, por lo cual; es necesario prestar atención al sistema que se empleará para recopilar datos que se conviertan en información.

Se debe empezar distinguiendo datos, sistemas de información e información propiamente dicha.

Los datos son un conjunto de números y anotaciones sobre todos los aspectos relacionados con mantenimiento que se generan o se pueden obtener a partir de la actividad diaria.

La información la componen también datos, pero ordenados de tal manera que nos permite tomar decisiones.

El sistema de información es el elemento que relaciona ambos, datos e información, de manera que convierte los primeros en los segundos.

Para hacer efectiva la gestión del mantenimiento se adjuntará los siguientes documentos:

- **Historial de mantenimiento.-** Este deberá contener el número de orden, las fechas de solicitud y ejecución, la descripción de la tarea, el sistema revisado o fallado, las acciones preventivas o correctivas tomadas y las horas hombre utilizadas.
- **Informaciones de instalaciones.-** En una carpeta se archivarán todos los documentos relacionados a instalaciones y servicios para facilitar información rápida cuando se requieran reparaciones o modificaciones en servicios de electricidad, aire comprimido, agua, etc.
- **Registro de máquina o inventario.-** Este deberá contener datos que comprendan nombre de la máquina, número interno y modelo, origen, información del fabricante y proveedor de repuestos con su respectivo medio de comunicación, componentes mecánicos, eléctricos, de seguridad, etc.


		<u>NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN</u> NOMBRE DEL DEPARTAMENTO					
		INVENTARIO E HISTÓRICO DE MÁQUINAS					
Código Máquina:				Código Equipo:		N° de Serie:	
Máquina							
Fabricante				Modelo:			
Proveedor:				Localización		Fecha Instal:	
Solic N°:	Fecha Solic:	Req. N°	Fecha Req:		Fecha Rec:	Costo:	
Especificaciones del Equipo:							
Planos de Referencia				Manuales / Catálogos			
Dimensiones Ext:		Ancho:	Altura:	Peso:	Cond. Almacén		
Características Técnicas							
Histórico							
Tipo		Fecha	Tiempo de Reparación		Personal a intervenir		

Figura 2.2: Modelo de registro de máquina o inventario

2.2.1. Documentos de gestión

La información estará recopilada en una carpeta en donde se anexarán los siguientes documentos:

La solicitud de materiales y repuestos, contendrá datos sobre el elemento solicitado, como su nombre, su material componente básico, la cantidad requerida, características del mismo y datos del proveedor. La gestión del mismo es responsabilidad del Departamento de Mantenimiento.

SOLICITUD DE MATERIALES					
<u>EMPRESA:</u> PARA COMPRA: <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> DPTO. SOLICITANTE: SOLICITUD DE MATERIAL N°: ORDEN DE TRABAJO N°: SE DESPACHA A:					<div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> LOGO </div>
FECHA: CENTRO DE COSTO: USO/EQUIPO: TIPO DE MANTENIMIENTO:					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	UBICACIÓN	SOLICITADO	ENTREGADO

Figura 2.3: Modelo de solicitud de materiales y repuestos

Las órdenes de trabajo son documentos importantes mediante los cuales se controlan las tareas de mantenimiento, son conocidas como las (OT) el mismo que tiene una aplicación fundamental dentro de los planes de mantenimiento.

Con el fin de que el trabajo asignado se realice de una manera correcta las órdenes de trabajo son documentos específicos para cada empresa o industria en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee, etc.

Sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier rama industrial o de servicios, que deben estar presentes en este instrumento de información, como: el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial.

- Numero de orden de trabajo.
- Equipo o instalación donde se ejecutara el Trabajo.
- Descripción del trabajo a realizar.
- Duración de la actividad tanto planificada como real.
- Nombre del obrero realizara el trabajo.
- Cualquier otra observación que resulte de interés.

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN			LOGO
ORDEN DE TRABAJO N°: Fecha de emisión:		Hora:	
C. COSTO:		FECHA PROGRAMACIÓN:	FECHA DE INICIO:
UBICACIÓN		FECHA FINAL:	
SOLICITA:	EJECUTA:	EQUIPO:	
TAREAS:			
DATOS ADICIONALES:			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:			
MATERIALES/ REPUESTOS/ HERRAMIENTAS			
PERSONAL REQUERIDO:			
OBSERVACIONES GENERALES:		OBSERVACIONES DE SEGURIDAD:	
EMITE:	APRUEBA:	CIERRA:	ANULADO:

Figura 2.4: Modelo de la orden de trabajo

- **Bitácora de mantenimiento.-** Contendrá datos sobre el equipo, fecha, la hora de inicio y finalización de inspecciones realizadas, detalles de los principales sistemas y subsistemas con sus respectivos casilleros para colocar los vistos de cada tarea a efectuarse. Su realización es responsabilidad del departamento de mantenimiento.



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE
ARAJUNO**

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



BITÁCORA DE MANTENIMIENTO

MAQ./EQUIPO:					
MARCA		MODELO:		CODIFICACIÓN:	
ÁREA DE ADSCRIPCIÓN			SUB ÁREA:		LUBRICACIÓN

N°	FECHA DE TAREA	CANTIDAD	CÓD.	DESCRIPCIÓN MANTENIMIENTO REALIZADO	T. OPERACIÓN (HORÓMETRO)	TIEMPO DE REPARACIÓN (MIN.)	NOMBRE Y FIRMA DE RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

ELABORÓ:

Visto Bueno

MECÁNICO RESPONSABLE

TITULAR DEL DEPARTAMENTO

Figura 2.5: Modelo de la bitácora de mantenimiento

- **Planificación del mantenimiento.-** Se establece en base a las recomendaciones del fabricante que efectúa un plan de mantenimiento, relacionando los códigos de máquinas con periodicidad de cada una de las actividades a realizarse.

La planificación puede ser realizada manualmente mediante mapas o con ayuda de sistemas informáticos de planificación del mantenimiento como se muestra en la siguiente figura 2.5.

LOGO		Plan de Mantenimiento										
Cód. Máquina	Nombre equipo	SEMANA										
		1	2	3	4	5	6	7	51	52	

LEYENDA:



Semanal



Mensual



Semestral



Quincenal



Trimestral



Anual

Figura 2.6: Modelo del plan de mantenimiento

2.2.2. Indicadores de gestión de mantenimiento

Llamados “índices de clase mundial” utilizados en todos los países con la misma expresión, estos indicadores eficaces, que permitan medir el desempeño y reflejen los esfuerzos hechos para controlarlo y mejorarlo. Partiendo de los siguientes objetivos planificar con mayor certeza y confiabilidad, analizar la eficiencia y rentabilidad del mantenimiento, explicar tendencias de disponibilidad y costos de mantenimiento.

Se recomienda incluir a toda implementación los siguientes indicadores básicos de la eficiencia del mantenimiento:

- **Tiempo Medio entre Fallas.**- Es la relación de la sumatoria del tiempo operativo y el número total de fallas detectadas, en el período observado.

$$TMEF = \frac{\epsilon TO}{\#FALLAS} \quad (1)$$

TMEF= Tiempo medio entre fallas

TO= Tiempo Operativo

El Tiempo Medio entre Fallas debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

- **Disponibilidad de equipos.**- El índice de Disponibilidad también es identificada como “Performance o Desempeño de Equipos” y, para ítems de operación eventual. Puede ser calculado como la relación entre la media de los tiempos de operación, dividido para la diferencia entre y la suma de este la media de los tiempos de operación y la media de los tiempos técnicos de reparación.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \quad (2)$$

D= Disponibilidad

MTBF= Media de los tiempos de buen funcionamiento

MTTR= Media de los tiempos técnicos de reparación (t: media aritmética de los tiempos de intervención)

- **Costos de mantenimiento.**- El método de cálculo se basa respecto al costo de mano de obra propia o contratada, materiales, repuestos, modificaciones en máquinas, administrativas, capacitación relacionado al mantenimiento, observándose en resultados concretos cuanto ahorra la empresa por mantenimiento.

$$\mathbf{CM= CD+CI+GG} \quad \mathbf{(3)}$$

CM = Costos de manteniendo

CD = Costos directos

CI = Costos Indirectos

CI = Costos Indirectos

2.2.3. Codificación de la maquinaria

La codificación es un recurso muy utilizado por el sistema de gestión de mantenimiento con la finalidad de identificar los grupos de equipos y los documentos asociados a los equipos. Para realizar la codificación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Tiene que ser corta (no más de diez caracteres)
- Entendible por todos
- Debe contener la mayor cantidad de información para identificar al equipo en su localización geográfica y tipo de trabajo que realiza
- Puede ser alfanumérico.

La codificación de los activos de una empresa viene definido por la siguiente estructura, el área por dos caracteres alfanuméricos, el tipo por dos caracteres alfabéticos y el número correlativo por dos caracteres numéricos.

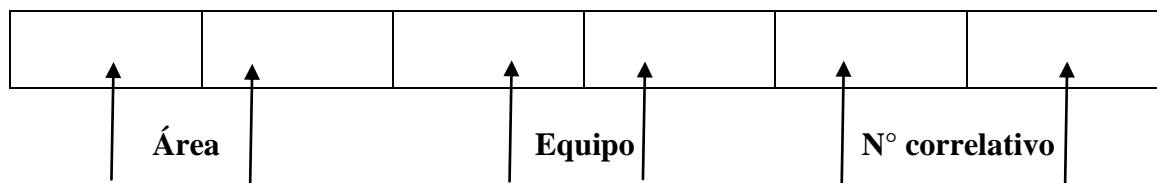


Figura 2.7: Forma de codificar los activos de una empresa

2.3. Gestión de repuestos [2]

Uno de los costos más importantes del departamento de mantenimiento lo constituye el consumo de repuestos.

Hace unos años, éste era el costo más importante en mantenimiento, de tal forma que por cada dólar gastado en personal, se consumía dos o más en materiales.

Esta situación ha cambiado, se ha invertido pero no hay duda de que si bien ya no es el principal costo, si es el segundo en importancia y, por tanto, es un costo a optimizar.

Por tanto, además de optimizar el consumo de repuestos hay que buscar un compromiso entre la cantidad de dinero a inmovilizar en la adquisición de repuestos y la disponibilidad deseada en la planta.

Los repuestos se clasifican en función de su responsabilidad dentro del equipo, en función de mantenerlo en stock permanente en la institución y por el tipo de aprovisionamiento.

También se debe estimar ciertos aspectos para seleccionar los repuestos y estos son:

- Por la criticidad de los equipos.
- Su consumo.
- Plazo de aprovisionamiento.
- El costo de la pieza.
- El costo de la pérdida en producción en caso de fallo.

2.4. Gestión de recursos humanos en mantenimiento [3]

La optimización se centraba en el ahorro de materiales, la situación hoy en día es opuesta: “Por cada dólar gastado en repuestos los departamentos de mantenimiento gastan dos dólares en mano de obra”.

Los puestos indirectos son todos aquellos puestos que no están relacionados directamente con la ejecución del trabajo, sino que se dedican a tareas de apoyo, planificación, control o preparación de las tareas que debe ejecutar el personal directo.

El objetivo de una empresa que pretenda optimizar sus costos en mantenimiento debe ser el de reducir al mínimo posible los puestos de trabajo indirectos.

Los puestos directos, son los directamente relacionados con la actividad de mantener; en general su salario contempla la realización de un número de horas anuales, cuyo exceso debe ser abonado como horas extras.

La polivalencia de un operario de mantenimiento es la antítesis de la especialización; significa la posibilidad de que un operario pueda intervenir en tareas de diversa índole relacionadas con mantenimiento.

- Fomentar la polivalencia soluciona los inconvenientes que encontramos en la especialización.
- Disminuye el número de personas imprescindibles (más personas formadas para un número mayor de tareas).
- Aumenta el rendimiento
- Disminuye el número de recursos humanos del departamento de mantenimiento.

La motivación del personal de mantenimiento es algo más complicado que el personal de producción o el administrativo, éste personal no es fácil de sustituir, ya que debemos reclutar, formar y mantener en la empresa; hechos que motivan al personal de mantenimiento a:

- Que sus opiniones sean escuchadas
- Que cuando solicite algo que necesita se le facilite con rapidez.
- Que sus mandos le traten con respeto
- Que la cantidad de dinero que gana le permita cubrir sus necesidades.
- Notar que la empresa le considere un trabajador valioso.

Respecto a la contratación del personal, hay que alcanzar un proceso que asegure que la incorporación sea exitosa se deben seguir los siguientes pasos de este proceso y que son:

- El reclutamiento
- La selección: Pruebas (conocimientos técnicos, disponibilidad horaria, aspectos sobre su personalidad, conocimiento de idiomas, remuneración deseada,
- La selección: La entrevista final.

Se debe seguir un proceso que asegure que la incorporación sea exitosa. Los pasos de este proceso son los siguientes:

- El período de prueba
- El período de adaptación

En cuanto a las capacitaciones la gestión actual del mantenimiento tiende a formar el personal técnico y operativo, garantizado en buena medida el desarrollo tecnológico de la empresa, las personas capacitadas desempeñan mejor sus labores y ofrecen mayores aportes

en mejoramiento, aumento de productividad, tendencia a reducir desperdicio y a tener una mayor participación en la resolución de problemas.

Para lograr que las labores y tareas de mantenimiento, se hagan cada vez mejores, es importante establecer y mantener una permanente capacitación y formación del personal.

2.5. Gestión estratégica de mantenimiento

Un sistema de gestión de mantenimiento tiene por objeto realizar una descripción ordenada de los conceptos y datos técnicos utilizados para la recolección de la información, organización, procedimiento, evaluación, etc., que se deben utilizar para implementación.

2.5.1. Gestión de evaluación organizativa del mantenimiento [4]

Para realizar la evaluación organizativa de la situación actual de la institución, es conveniente aplicar el método por fases llamado el P.D.C.A. que se basa en la aplicación de un proceso de acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales, indicadas en el siguiente esquema:

P. D. C. A. = Significa:

P = Plan	=	Planificar	C = Check	=	Controlar
A = Act	=	Actuar	D = Do	=	Ejecutar

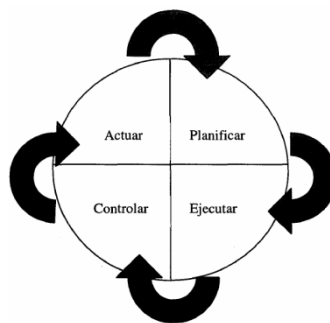


Figura 2.8: Método de evaluación organizativa “P.D.C.A”

Para analizar el estado organizativo actual de una institución, se deben poner de manifiesto las amenazas y oportunidades, las debilidades y fortalezas, hechos que suelen afectar si son los casos negativos o positivos respectivamente.

En base a este proceso se desarrolla el plan directriz de actuación, que consta de las siguientes etapas:

Planificar, en base a la situación actual y los recursos de que se disponen, debemos definir los objetivos que queremos cumplir con la gestión de mantenimiento y realizar el plan de mantenimiento, fijar los objetivos, e ir avanzando y asegurando cada uno de ellos, cuando más concreto sea el objetivo a cumplir, será más fácil alcanzarlo.

Ejecutar, una vez fijado el punto de partida y los objetivos a los que se quiere llegar, debemos gestionar los recursos disponibles para lograrlos.

Controlar, es necesario evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados, el control de los resultados se realizará en comparación con las metas prefijadas.

Actuar, si existen desviaciones entre el modelo prefijado y los resultados, se debe proceder a corregir actuando sobre la planificación y la ejecución, estableciéndose así la retroalimentación al sistema.

2.6. Metodología para la detección de fallas en equipo caminero [5]

Las pruebas o ensayos que a continuación se detallan se utilizan para la determinación del estado técnico del equipo caminero:

Ensayo a los motores Diesel.- Con estos ensayos se busca determinar la condición actual del motor, de allí se deberán realizar las correcciones o ajustes necesarios. Todo esto nos permitirá acumular datos para establecer en qué forma progresa el desgaste de un motor Diesel

además estos ensayos serán muy necesarios para calcular la vida útil de los distintos motores y a su vez programar las futuras necesidades de repuestos.

Ensayo de Servo Transmisiones.- Éste ensayo permitirá evaluar la condición de la transmisión y embrague direccional de los tractores: Bulldozer Caterpillar D6N, cargadora frontal, motoniveladora, rodillo compactador y retroexcavadoras.

Ensayo de Transmisiones Hidrostáticas.- Con éste ensayo tendremos una guía de los caminos lógicos a seguir para la identificación de los posibles defectos con la finalidad de realizar una corrección inmediata en las transmisiones hidrostáticas.

Ensayo de Sistemas Hidráulicos.- Comprende pruebas tales como:

Evaluaciones de:

- La condición del sistema básico
- La condición de la bomba hidráulica,
- Del estado de los cilindros y válvula de control (siete pruebas con los cilindros bloqueados)

Ensayo del Sistema de Dirección.- Comprende pruebas de los cilindros de Dirección Medidores, válvulas, líneas de retorno, bomba, tanque hidráulico, etc.

Ensayo de Componentes Eléctricos.- Se realizan comprobaciones eléctricas de los distintos componentes tales como: resistencia del estator y del rotor, comprobación de Diodos, sensores. Desgaste de las partes mecánicas tales como: longitud de escobillas, diámetro del rotor y del colector, etc.

2.6.1. Diagnóstico del tren de potencia

Consiste en determinar el estado tanto de los convertidores de par de fuerza y sus respectivos divisores de par, ensayos de servo transmisiones y diferencial. Además de la

determinación del estado de los mandos finales, sistemas de dirección y de frenos en máquinas de cadenas.

2.6.2. Diagnóstico de fallas en sistemas hidráulicos

En éste proceso se evalúan componentes y cilindros hidráulicos, motores hidráulicos, electroválvulas, válvulas proporcionales, servo válvulas, válvulas lógicas. Bombas hidráulicas, análisis e interpretación de planos hidráulicos. También se valoran fallas en sistemas hidráulicos en general

2.6.3. Monitoreo, diagnóstico y control electrónico

Se efectúan mediciones y diagnóstico de componentes del sistema electrónico en la maquinaria pesada, se identifica y evalúa los sistemas electrónicos de inyección en el motor, sus implementos y los de la transmisión.

2.6.4. Análisis de fallas en motor diesel

Se valoran los sistemas del motor diesel mediante metodologías de análisis de fallas, análisis de fractura y desgaste, análisis de aceite, análisis de falla del estado del motor mediante:

- Comprobación del estado de chaquetas, cigüeñal, etc.
- Inspecciónal sistema de lubricación y refrigeración.
- Comprobar el estado del sistema de alimentación de aire.
- Prueba de inyectores.
- Sincronización de la bomba de inyección.
- Medición de compresión.

2.6.5. Análisis del costo de vida (LCC)

El costo de ciclo de vida es calculado utilizando la fórmula:

$$\text{Costo de Ciclo de Vida} = \text{CC} + \text{VACME} - \text{VAVR} \quad (4)$$

CC= Costo de Capital

VACME= Valor actual del Costo de Mantenimiento y Energía
VAVR= Valor actual del Valor residual

El costo de capital de un proyecto incluye el gasto de capital inicial para equipo, el diseño del sistema, ingeniería e instalación. Este costo siempre es considerado como un pago único que se da en el año inicial del proyecto, sin importar cómo se financia el proyecto.

El Mantenimiento es la suma de todos los costos anuales de operación y mantenimiento. Los costos de combustible o sustitución de equipo no están incluidos. Los costos incluyen elementos como el salario de operarios, inspecciones, seguros, impuesto sobre la propiedad y todo el mantenimiento programado.

El costo de energía de un sistema es la suma del costo anual de combustible.

2.6.6. Mantenimiento basado en la condición (CBM)

El CBM es una metodología que combina la predicción y mantenimiento integral con supervisión en tiempo real.

$$\text{Mantenimiento predictivo} + \text{CBM} = \text{Mantenimiento Integral} \quad (5)$$

$$\text{CBM} = \text{Mantenimiento Integral} - \text{Mantenimiento predictivo} \quad (6)$$

2.6.7. Análisis RAM: Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad

El Análisis RAM es un acrónimo de "fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad; RAM análisis es una técnica utilizada para mejorar un programa de mantenimiento de la planta.

A pesar de que se aplica a los generadores de turbinas, se puede aplicar a cualquier instalación importante: las refinerías de petróleo, las plataformas de perforación oceánica, fábricas de acero, instalaciones complejas, la hidráulica, las centrales térmicas nucleares y de combustible fósil de generación.

2.6.8. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) [5]

El RCM es un procedimiento adoptado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan en un contexto operacional actual.

El proceso del RCM formula siete preguntas básicas acerca del activo o sistema que se intente revisar.

- Cuáles son las funciones?
- De qué forma puede fallar?
- Qué causa que falle?
- Qué sucede cuando falla?
- Qué ocurre si falla?
- Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
- Que sucede si no puede prevenirse el falla?

2.7 Equipo caminero [6]

El equipo caminero, muy utilizado para la remoción, traslado y limpieza de tierras que dificultan la realización de las diferentes obras públicas, en la actualidad se los construye con un alto nivel de conocimientos y competencias tecnológicas a fin de mejorar la optimización en su funcionamiento; a continuación se los describirá a fin de obtener un criterio claro de su funcionamiento, de sus principales sistemas y subsistemas puesto que son el principal objeto de nuestro estudio:

2.7.1. Volquete

Es la maquinaria más utilizada en cualquier tipo de obras públicas y de remoción de tierras. Estos vehículos poseen un dispositivo mecánico para volcar la carga que transportan en un cajón o balde que reposa sobre el chasis del vehículo. Por tal razón, éste tipo de maquinaria de carga cumple tal función netamente de transporte ya sea dentro de la misma obra o fuera de ella.

Generalmente, dentro de la obra son utilizadas para transportar cualquier tipo de material que por tiempo, cantidad y factibilidad, el ser humano no puede transportar.



Figura 2.9: Volquete Hino “GH”

2.7.2. Tractor Bulldozer

Máquina con motor diesel que convierte la energía de la combustión en tracción, este equipo realiza tareas de excavación y empuje.

Técnicamente al Bulldozer se le describe como una máquina automóvil de gran potencia provista de una pieza delantera móvil, que se puede levantar o bajar por medio de un control de cable o hidráulico de acero, que le permite abrirse camino removiendo obstáculos, se utiliza para excavar o empujar.

Su principal función es el halar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Máquina útil, eficaz y, generalmente, indispensable en todos los trabajos de construcción de grandes obras. Se clasifican tanto por su rodamiento como por su potencia.



Figura 2.10: Tractor Bulldozer

2.7.3. Retroexcavadora

Máquina autopropulsada sobre ruedas con un bastidor que monta a la vez un equipo de carga frontal y otro de excavación en la parte posterior, de forma que puedan ser utilizados alternativamente. Cuando se emplea como excavadora la máquina excava normalmente por

debajo del nivel del suelo mediante un movimiento de la cuchara hacia la máquina, eleva, recoge, transporta y descarga materiales mientras está inmóvil.

Cuando se emplea como cargadora carga mediante el movimiento de los brazos que elevan y descargan materiales. Y por medio de su desplazamiento excava y transporta materiales.

Por su configuración la longitud del brazo es mayor, en comparación con otro tipo de equipo caminero, proporcionándole una mayor versatilidad por su alcance en cuanto a profundidad y altura. Debido a sus cualidades son muy utilizadas en la zona urbana, estas máquinas tienen menor tamaño que un tractor Bulldozer, a diferencia de éste; puede realizar excavaciones y movilizarse con mayor facilidad en espacios reducidos.



Figura 2.11: Retroexcavadora

2.7.4. Rodillo Compactador

El Rodillo compactador es una máquina autopropulsada de pequeña o mediana potencia para compactación de suelos, no son aptos para terrenos arcillosos.

Disponen de depósitos para lastre que pueden estar llenos de agua o arena, lo que permite aumentar la presión que transmite al terreno que está compactando



Figura 2.12: Rodillo Vibratorio

2.7.5. Motoniveladora

Máquina autopropulsada utilizada para dar un acabado perfecto a la operación de extendido o nivelación, moviendo pequeñas cantidades de tierra a poca distancia, se compone de un tractor de seis ruedas que lleva un largo bastidor, en el que articula el elemento principal de la máquina llamada hoja niveladora, el dispositivo bajo el que va montada la hoja se denomina círculo o torna mesa, el mismo que permite una serie de movimientos de gran precisión¹.



Figura 2.13: Motoniveladora

¹ECUADOR, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. La Motoniveladora, p. 3.

2.9. Gestión de lubricación

Las principales clasificaciones utilizadas en Equipo Caminero son las “API” formuladas por el Instituto Americano del Petróleo y las M.I.L, que son especificaciones militares de los Estados Unidos de América.

También existe una gama de los lubricantes de acuerdo a su viscosidad que es de uso universal, ésta clasificación S.A.E, formulada por la Sociedad de Ingenieros Automotrices.

Así tenemos que, la viscosidad se indicará mediante una cifra precedida por la sigla SAE como por ejemplo SAE-10, SAE-20, SAE-30, SAE-40, etc.




		NOMBRE DE LA EMPRESA		HOJA DE LUBRICACIÓN	
FIGURA DEL EQUIPO					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FREC.	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº DE PTOS.	LUBRICANTE
50 					
250 					
500 					
1000 					
OBSERVACIONES					

Figura 2.14: Modelo del hoja de lubricación

2.9.1. Grados SAE

En esta clasificación se presenta los aceites lubricantes utilizados para las diferentes máquinas existentes en los talleres.

De acuerdo a esta clasificación se presenta a continuación en la tabla 2.1, los lubricantes recomendados para el mantenimiento de las diferentes partes del Equipo Caminero.

Tabla 2.1. Clasificación según los grados SAE.

ACEITES LUBRICANTES UTILIZADOS	
LUGAR	TIPO
	CLASIF.SAE
PARA MOTOR	SAE 15W40
TRANSMISIÓN Y CAJA DE DIFERENCIAL	SAE 50
TANQUE HIDRÁULICO	SAE 10W
PUENTES DELANTERO Y TRASERO	SAE 90
CAJA DE CONTROL DEL CIRCULO	SAE 85W140
SISTEMA HIDRÁULICO	SAE 30
PARA MOTOR A GASOLINA	SAE 20W50
GRASERAS	GRASA NLGI N.-2

Para la selección y utilización de uno de estos aceites lubricantes se debe tomar en cuenta principalmente la temperatura del lugar de operación de la máquina:

La temperatura mínima de uso hace referencia a la temperatura a partir de la cual el aceite es tan viscoso que pierde las propiedades de bombeo y no circula correctamente por las canalizaciones del circuito de lubricación.

2.9.2. Grados API

Se recomienda utilizar aceites que tengan las especificaciones técnicas que estén dentro de los grados API que se detallan en la Tabla 2.2, los aceites y lubricantes utilizados comúnmente en el mantenimiento de las maquinaria pesada en general, estos aceites y lubricantes son

exclusivamente recomendados por los fabricantes, en esta tabla se indica su equivalencia según los grados API.

Tabla 2.2. Clasificación según los grados API.

ACEITES LUBRICANTES UTILIZADOS	
LUGAR	TIPO
	CLASIF. API
PARA MOTOR DIESEL	CI-4/SJ o DH
TRANSMISIÓN Y CAJA DE DIFERENCIAL	CF-2/CF/SF
TANQUE HIDRÁULICO	SF o TO10
PUENTES DELANTERO Y TRASERO	GL-4
CAJA DE CONTROL DEL CIRCULO	GL-5
SISTEMA HIDRÁULICO	CD o TO30
PARA MOTOR A GASOLINA	CG/CF
GRASERAS	62EP LITIO

2.9.3. Aceites hidráulicos

Dentro de los aceites hidráulicos en forma general se utiliza de una sola denominación la cual brinda buenas propiedades dentro del trabajo y puede ser utilizado en la mayoría de los sistemas hidráulicos y no presenta problema alguno.

Tabla 2.3. Aceites hidráulicos utilizados.

ACEITE HIDRAULICO		
LUGAR	CLASIF.SAE	CLASIF. API
TANQUE HIDRÁULICO	SAE 10W	SF o TO10
SISTEMA HIDRÁULICO	SAE 30	CD o TO30

El fluido hidráulico transmite presión y energía, sella las piezas de tolerancias estrechas contra las fugas, minimiza el desgaste y la fricción, remueve el calor, limpia de la suciedad y de las partículas de desgaste, y protege a las superficies de la herrumbre. Normalmente se usan

aceites minerales convencionales derivados del petróleo en sistemas hidráulicos, pero en situaciones especiales se usan fluidos resistentes al fuego, sintéticos o biodegradables.

Como mínimo, verificar los sistemas hidráulicos más críticos al menos anualmente con análisis de laboratorio de aceite. Pueden requerirse intervalos semestrales o trimestrales para máquinas extremadamente críticas.

2.9.4. Aceites para motores

Los aceites para motores tanto como para gasolina y diesel deberán ser seleccionados minuciosamente tomando en cuenta que el motor es la parte más fundamental de una máquina, estos aceites se presentan en la Tabla 2.4, los cuales son los más utilizados para el cambio periódico que se presenta en el mantenimiento de las máquinas.

Tabla 2.4. Aceites para motor utilizados.

ACEITES PARA MOTOR		
LUGAR	CLASIF.SAE	CLASIF. API
PARA MOTOR A DIESEL	SAE 15W40	CI-4/SJ o DH
PARA MOTOR A GASOLINA	SAE 20W50	CG/CF

2.9.5. Aceites para transmisiones

Estos aceites son especialmente formulados para ser utilizados en transmisiones y diferenciales. El verdadero valor de un vehículo depende en gran parte de la eficacia de la transmisión y el diferencial. Estos se encargan de transformar la energía generada por el motor en movimiento con las menores pérdidas. También la seguridad del vehículo depende de la eficacia de sus engranajes.

En la Tabla 2.5 se presenta los aceites para transmisión seleccionados y utilizados en el mantenimiento de las maquinarias.

Tabla 2.5. Aceites para transmisión utilizados.

ACEITES PARA TRANSMISIÓN		
LUGAR	CLASIF.SAE	CLASIF. API
TRANSMISIÓN Y CAJA DE DIFERENCIAL	SAE 50	CF-2/CF/SF
PUENTES DELANTERO Y TRASERO	SAE 90	GL-4

2.9.6. Grasas lubricantes

Las grasas lubricantes utilizados en forma general para la maquinaria o Equipo Caminero se presenta en la Tabla. 2.6, la cual es recomendada por los fabricantes de la maquinaria.

Tabla 2.6. Grasa lubricante.

GRASA LUBRICANTE		
LUGAR	CLASIF.SAE	CLASIF. API
GRASERAS	G2 EP LITIO	

La grasa se utiliza para evitar el bloqueo y el ruido de las articulaciones. El equipo caminero es utilizado bajo condiciones de servicio pesado. Se utiliza siempre la grasa recomendada y de acuerdo a los intervalos de cambio y la calidad adecuada para la temperatura ambiente recomendados en el manual de operación y mantenimiento.

CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN EL EQUIPO CAMINERO DEL “GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO”.

3.1 Organización administrativa técnica.

Dentro del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno, en el presente no existe una organización administrativa técnica, por tal motivo no se encuentran claramente definidas las jerarquías dentro del personal de mantenimiento.

3.1.1 Organización estructural de personal

El personal de la sección de mantenimiento lo conforma: el jefe de talleres, un jefe de mecánica, un mecánico de primera y dos ayudantes de mecánica, en la Tabla 3.1 se muestra la distribución del personal.

Tabla 3.1. Personal de mantenimiento

CATEGORÍA	PERSONAL
Jefe de talleres	1
Jefe de mecánica	1
Mecánico de primera	1
Ayudantes de mecánica	2

Las funciones del personal existente en los talleres de mantenimiento no están claramente definidas, debido a una falta de organización técnica al momento de efectuar las tareas de

mantenimiento; todo esto trae como consecuencia una superposición de funciones y las citamos a continuación:

La sección de equipo caminero se encuentra bajo la jurisdicción de la dirección de obras públicas, el jefe de talleres es quien dirige y además es el responsable de supervisar los trabajos de mantenimiento que se realizan en el interior de los talleres, como de las reparaciones y trabajos de talleres externos.

Las funciones del jefe de mecánica es la de ejecutar las tareas de mantenimiento, además se encarga de informar de los trabajos realizados y de las múltiples necesidades existentes a menudo en cuanto a herramientas y demás insumos al jefe de talleres, ésta designación ocupa el mecánico de mayor experiencia. En muchos de los casos el jefe de mecánica debido a la urgencia de la puesta en funcionamiento de algún equipo tiene que abandonar sus labores y salir fuera del cantón Arajuno en busca de repuestos, materiales, etc.

El mecánico de primera y los ayudantes de mecánica realizan su labor dentro de los hangares, se producen excepciones cuando el equipo caminero ha sufrido una avería en algún frente de trabajo; el mecánico de primera se traslada con el operador para constatar el daño. En estos casos no queda ningún mecánico experimentado a cargo de los trabajos que se encuentren realizando en los talleres.

El escaso personal de mantenimiento que realizana diario las tareas netamente técnicas, no han recibido cursos de tecnificación relacionadas al mantenimiento y su gestión.

La falta de una distribución organizada de funciones, hace que en muchas ocasiones se encuentren realizando otras actividades que no son de su competencia.

3.2 Equipo caminero

El equipo caminero disponible para la apertura de nuevas vías y el mantenimiento de las vías existentes en la zona urbana y rural del cantón suman en total 9 equipos; los mismos que se describen a continuación en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Equipo caminero existente

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Cargadora frontal JCB 426ZX
2	Excavadora Caterpillar 320 DL
3	Excavadora Case CX 210
4	Rodillo Bomag BW211D-3
5	Motoniveladora Case 845
6	Retroexcavadora Case de 90HP
7	Retroexcavadora JCB 3C cabinado brazo fijo
8	Tractor Bulldozer Caterpillar D6N XL
9	Tractor Bulldozer Dressta International TD 15 C

Las características del equipo caminero se las detalla en las fichas técnicas. Ver Anexo 1.

3.3 Plan de mantenimiento preventivo

La falta de planificación en el mantenimiento preventivo no ha sido correctamente establecida; por éste motivo se dan grandes retrasos en el desarrollo de los trabajos en obras públicas, esto en términos económicos representa grandes pérdidas para la institución.

Como resultado de la poca planificación del mantenimiento preventivo, la mayoría de actividades y tareas que se realizan por parte del personal de mantenimiento, son de modo correctivo en el equipo caminero.

3.3.1 Codificación

El Equipo Caminero no utiliza una codificación estructurada en base a normas técnicas, es por ello; que su identificación se da por medio de una numeración tal como se muestra en la anterior Tabla 3.2.

3.3.2 Inventario del equipo

Existe un inventario del equipo caminero que no satisface los requerimientos de la institución, puesto que la elaboración del mismo es realizado por el jefe de bodega; quien tiene un formato donde se muestran los datos del equipo caminero existente, fecha de ingreso a la institución, características, datos de la placa, improntas del motor y chasis, es decir un inventario elaborado sin un fundamento técnico; el cual se muestra en el Anexo 2.

3.3.3 Solicitud de materiales y órdenes de trabajo

Se había mencionado que la jurisdicción de la sección del equipo caminero consta bajo la Dirección de Obras Públicas, entonces toda solicitud de repuestos y materiales que presenten los responsables de mantenimiento llevará el visto bueno del jefe de talleres, del Director de obras públicas y del Director administrativo, convirtiéndole en un trámite burocrático y complejo.

Las órdenes de trabajo, se generan únicamente con el modo de mantenimientos correctivos puesto que no se tiene una clara administración de las órdenes de trabajo dentro de los talleres.

La solicitud de materiales, se maneja únicamente con formato diseñado en hojas electrónicas excel denominadas “control de cambio de repuestos” la cual podemos observar en el Anexo 3.

3.3.4 Estado técnico

Para poder determinar si el equipo caminero se encuentra en condiciones buenas, regulares, malas o muy malas; nos basamos en los criterios de la Tabla 3.3, los mismos que calculamos a partir de una valoración y mediante el siguiente procedimiento.

- Se multiplica la cantidad de aspectos evaluados como buenos, por 1; los evaluados como regulares, por 0,80; los evaluados como malos, por 0,60; y los evaluados como muy malos, por 0.40.
- Se suman todos estos productos y el resultado se divide entre la cantidad de aspectos evaluados.
- El resultado anterior se multiplica por 100, y se obtiene el índice que permite evaluar, según los criterios, el estado técnico del equipo en su conjunto.

Tabla 3.3. Criterios para determinar el estado técnico

BUENO	(90 – 100) %
REGULAR	(75 – 89) %
MALO	(50 – 74) %
MUY MALO	Menos del 50 %

Para la determinación del estado técnico del equipo caminero, se construyeron “checklist” donde se colocaron la condición en la que encuentra cada sistema y subsistema, hecho esto individualmente para cada equipo caminero. Además se ha considerado importante el aporte de



los operadores quienes tienen contacto directo con el equipo caminero y son quienes conocen la maquinaria que operan más que nadie, además fue muy útil las experiencias de los mecánicos del taller de mantenimiento que brindan información a menudo del estado actual, de esta manera se ha podido diagnosticar el estado técnico. Para este diagnóstico se han evaluado los sistemas correspondientes, estos sistemas cambian de acuerdo al tipo de máquina que se esté diagnosticando, siendo los más comunes:

Motor Diesel, sistema de refrigeración, sistema de alimentación de combustible, sistema de admisión y escape, sistema de freno y dirección, bastidor o chasis, etc.

Los checklist utilizados para determinar el estado técnico actual del equipo caminero se detallan en el Anexo 4.

3.3.4.1. Estado técnico del equipo tractor tipo Bulldozer

Tabla 3.11: Equipo Bulldozer Dressta International

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: DRESSTA		MODELO: TD15 C		SERIAL: 63144	CÓDIGO: EC-TB-01
					Responsable del mantenimiento:
CARACTERÍSTICAS					Ingeniero: Juan C. Villagómez
DATOS DE PLACA					Tlgo: Marco Bocancho
Chasis			Motor		
Modelo:	TD 15C		Modelo:	TD 15C	
Serie:	S/N		Serie:	S/N	
MANUAL DE OPERACIÓN : SI			MANUAL DE MMTO: SI		REPUESTOS: NO
Código técnico: EC-TB-01			Significado:		PLANOS: SI
Código activo fijo: 300201			Significado:		
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel			X		
Bastidor				X	
Herramienta de trabajo			X		
Tren de Rodaje			X		
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape			X		
Sistema de alimentación			X		
Sistema eléctrico			X		
Sistema hidráulico			X		
Sistema de lubricación			X		
Sistema de refrigeración			X		
CONCLUSIÓN		REGULAR			



3.3.4.2. Estado técnico del equipo tractor tipo Bulldozer

Tabla 3.12: Equipo Bulldozer Caterpillar D6N XL

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO		
MARCA: CATERPILLAR		MODELO: D6N XL	SERIAL: JAH00196	CÓDIGO: EC-TB-02
		Responsable del mantenimiento:		
CARACTERÍSTICAS		Ingeniero: Juan C. Villagómez		
DATOS DE PLACA		Tlgo: Marco Bocancho		
Máquina		Motor		
Modelo:	D6N XL	Modelo:	D6N XL	
Serie:	CAOOD6NHJAOO196	Serie:	C6E12342D6N XL TRACTOR	
MANUAL DE OPERACIÓN : SI		MANUAL DE MMTO: SI		REPUESTOS: NO
Código técnico: EC-TB-02		Significado:		PLANOS: SI
Código activo fijo: 300202		Significado:		
ESTADO TÉCNICO				
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno
Motor Diesel				X
Bastidor				X
Herramienta de trabajo				X
Tren de Rodaje				X
Tren de fuerza				X
Sistema de Admisión y escape				X
Sistema de alimentación				X
Sistema eléctrico				X
Sistema hidráulico				X
Sistema de lubricación				X
Sistema de refrigeración				X
CONCLUSIÓN		BUENO		



3.3.4.3. Estado técnico del equipo Cargadora Frontal

Tabla 3.13: Equipo Cargadora Frontal JCB

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZA DO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: JCB		MODELO: WA250-6		CÓD. CTAS. CONTABLES:	CÓDIGO: EC -CF-03
					Responsable del mantenimiento:
CARACTERÍSTICAS					Ingeniero: Juan C. Villagómez
DATOS DE PLACA					Tlgo: Marco Bocancho
Máquina		Motor			
Modelo:		Modelo :			
Serie:		Serie:			
MANUAL DE OPERACIÓN : SI		MANUAL DE MMTO: NO		REPUESTOS: NO	PLANOS: SI
Código técnico: EC -CF-04		Significado:			
Código activo fijo:300204		Significado:			
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor				X	
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico				X	
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
CONCLUSIÓN		BUENO			

3.3.4.4. Estado técnico del equipo Compactador

Tabla 3.14: Equipo Rodillo Compactador Bomag

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZA DO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: BOMAG		MODELO: B-213		CÓD. CTAS. CONTABLES:	CÓDIGO: EC -RV-04
					Responsable del mantenimiento:
CARACTERÍSTICAS					Ingeniero: Juan C. Villagómez
DATOS DE PLACA					Tlgo: Marco Bocancho
Máquina			Motor		
Modelo:	B-213		Modelo :	B-213	
Serie:			Serie:		
MANUAL DE OPERACIÓN : SI			MANUAL DE MMTO: NO		REPUESTOS: NO
Código técnico: EC -RV-05			Significado:		PLANOS: SI
Código activo fijo: 300205			Significado:		
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor			X		
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico				X	
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
CONCLUSIÓN		BUENO			

3.3.4.5. Estado técnico del equipo Excavadora CATERPILLAR-320C

Tabla 3.15: Equipo Excavadora Caterpillar 320C

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZA DO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: CATERPILLAR	MODELO: 320C	CÓD. CTAS. CONTABLES:	CÓDIGO: EC -EC-05		
		Responsable del mantenimiento:			
CARACTERÍSTICAS			Ingeniero: Juan C. Villagómez		
DATOS DE PLACA			Tlgo: Marco Bocancho		
Máquina		Motor			
Modelo:		Modelo :			
Serie:		Serie:			
MANUAL DE OPERACIÓN : SI		MANUAL DE MMTO: NO	REPUESTOS: NO	PLANOS: SI	
Código técnico: EC -EC-06		Significado:			
Código activo fijo: 300206		Significado:			
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor				X	
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico				X	
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
Cucharón y brazo mecánico			X		
CONCLUSIÓN	BUENO				

3.3.4.6. Estado técnico del equipo Excavadora Case CX-210B

Tabla 3.16: Equipo Excavadora Case CX-210B

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZA DO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: CASE		MODELO: CX-210B		CÓD. CTAS. CONTABLES:	CÓDIGO: EC -EC-06
					Responsable del mantenimiento:
CARACTERÍSTICAS					Ingeniero: Juan C. Villagómez
DATOS DE PLACA					Tlgo: Marco Bocancho
Máquina			Motor		
Modelo:			Modelo :		
Serie:			Serie:		
					
MANUAL DE OPERACIÓN : SI		MANUAL DE MMTO: NO		REPUESTOS: NO	PLANOS: SI
Código técnico: EC -EC-07		Significado:			
Código activo fijo: 300207		Significado:			
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor			X		
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico				X	
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
Cucharón y brazo mecánico			X		
CONCLUSIÓN		BUENO			

3.3.4.7. Estado técnico del equipo Motoniveladora

Tabla 3.17: Equipo Motoniveladora Case 845

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZA DO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: CASE		MODELO: 845		CÓD. CTAS. CONTABLES:	
				CÓDIGO: EC -MN-07	
				Responsable del mantenimiento:	
CARACTERÍSTICAS				Ingeniero: Juan C. Villagómez	
DATOS DE PLACA				Tlgo: Marco Bocancho	
Máquina		Motor			
Modelo:	CASE-001	Modelo :	CASE-001		
Serie:		Serie:			
MANUAL DE OPERACIÓN : SI		MANUAL DE MMTO: SI		REPUESTOS: NO	
PLANOS: SI					
Código técnico: EC -MN-08		Significado:			
Código activo fijo: 300208		Significado:			
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor				X	
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico				X	
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
				X	
CONCLUSIÓN		BUENO			



3.3.4.8. Estado técnico del equipo Retroexcavadora Case

Tabla 3.18: Equipo Retroexcavadora Case

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: CASE		MODELO: CASE-250		CÓD. CTAS. CONTABLES:	CÓDIGO: EC -RE-08
				Responsable del mantenimiento:	
CARACTERÍSTICAS					Ingeniero: Juan C. Villagómez
DATOS DE PLACA					Tlgo: Marco Bocancho
Máquina			Motor		
Modelo:	CASE-250		Modelo:	CASE-250	
Serie:			Serie:		
					
MANUAL DE OPERACIÓN : SI			MANUAL DE MMTO: NO	REPUESTOS: NO	PLANOS: SI
Código técnico: EC -RE-09			Significado:		
Código activo fijo: 300209			Significado:		
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor				X	
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico			X		
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
				X	
CONCLUSIÓN		BUENO			

3.3.4.9. Estado técnico del equipo Retroexcavadora JCB

Tabla 3.19: Equipo Retroexcavadora JCB

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO		FICHA DEL ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO			
MARCA: JCB		MODELO: JCB-001		CÓD. CTAS. CONTABLES:	CÓDIGO: EC -RE-09
					Responsable del mantenimiento:
CARACTERÍSTICAS					Ingeniero: Juan C. Villagómez
DATOS DE PLACA					Tlgo: Marco Bocancho
Máquina		Motor			
Modelo:	JCB-001	Modelo :	JCB-001		
Serie:		Serie:			
MANUAL DE OPERACIÓN : SI		MANUAL DE MMTO: NO		REPUESTOS: NO	PLANOS: SI
Código técnico: EC -RE-010		Significado:			
Código activo fijo: 300209		Significado:			
ESTADO TÉCNICO					
Estado técnico	Obsoleto	Malo	Regular	Bueno	
Motor Diesel				X	
Bastidor				X	
Herramienta de trabajo				X	
Tren de Rodaje				X	
Tren de fuerza				X	
Sistema de Admisión y escape				X	
Sistema de alimentación				X	
Sistema eléctrico				X	
Sistema hidráulico				X	
Sistema de lubricación				X	
Sistema de refrigeración				X	
				X	
CONCLUSIÓN		BUENO			

3.3.5 Programación del mantenimiento

La falta de un programa de mantenimiento hace que la política de realizar las tareas, planes de mantenimiento, adquisiciones de repuestos no se establezcan en base a criterios técnicos programáticos; a menudo sucede que cuando un equipo llega al taller es debido a una falla, el operador a cargo del equipo averiado solicita por escrito la reparación, posteriormente el mecánico verifica la avería y dictamina si el trabajo a realizarse es el adecuado, esta orden de servicio es revisada por el jefe de talleres quien autoriza que los trabajos se realicen. En caso de existir los repuestos en stock, caso contrario se emite la orden de compra y se entrega al proveedor para que lo despache, permaneciendo el equipo en el taller hasta que se adquieran los repuestos. Esta política de esperar que ocurran las fallas y averías genera mayores costos.

La documentación no existe en su totalidad, ya que el contenido de la orden de servicio consiste en el informe de recepción y no se registra el tipo de intervención que se le realizó a la unidad. No fue posible encontrar un historial de fallas para su análisis, para el control de los costos se utiliza el formato “control de cambio de materiales” elaborado en hoja de cálculo donde se indica la fecha y se enumera los repuestos utilizados, formato que se muestra en el Anexo 5.

3.3.6 Bodega

La responsabilidad de la administración de la bodega es del jefe de bodega, quien es el que autoriza la entrada y salida de los repuestos y materiales; mientras que el jefe de talleres es el que faculta las salidas de los mismos.

La falta de una adecuada identificación de repuestos hace que se compren piezas de menor costo o simplemente los equipos para los que estaban destinados ya no existen; esta política ha saturado al almacén de ciertos repuestos y ha dado origen a la escasez de otros. Los repuestos que no se encuentran en existencia se tratan de adquirir lo más pronto posible, sin embargo aun así

existen retrasos en la adquisición por falta de presupuesto o de crédito. No existe un bodeguero de herramientas quién se responsabilice de la administración y control las herramientas que son de uso de los talleres.

3.3.7 Lubricación

La programación de lubricación del equipo caminero, al no existir una persona especializada en lubricación en los talleres los cambios de aceite o engrases de los equipos los realiza el jefe de mecánica.

No existe un formato de cartillas de lubricación, tampoco registros detallados de las tareas de lubricación en general que se han realizado en el equipo caminero. Para el control de los lubricantes que se utilizaron el formato “hoja de control para mantenimiento de equipo pesado y liviano” elaborado en hoja de cálculo donde se indica la fecha y se enumera los repuestos utilizados, formato que se muestra en el Anexo 6.

3.3.8 Manuales de mantenimiento

Los manuales de mantenimiento proporcionados en su momento por los proveedores de equipo caminero no existen y de su ubicación el personal técnico y operadores desconocen, por lo tanto esto constituye un inconveniente debido a la diversidad de marcas y la antigüedad de un par de equipos, a que se aplique un mismo mantenimiento en todos los motores, sistemas y subsistemas del equipo caminero, lo que provoca que los trabajos no sean los adecuados ya que las unidades no tardan mucho en ingresar nuevamente al taller por la misma u otras fallas, las cuales tenían que haberse solucionado en último trabajo de mantenimiento.

3.4 Análisis organizacional

Analizando el estado organizacional actual de la sección de equipo caminero partiendo del método de evaluación organizativa “P.D.C.A”, se exponen a continuación de modo palpable, la matriz FO.D.A. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, hechos que suelen afectar si son los casos negativos o positivos respectivamente.

3.4.1 Fortalezas

- Buena capacidad de reacción, rapidez y flexibilidad ante fallos imprevistos del equipo caminero.
- Excelente capacidad de aprendizaje de nuevas tecnologías por parte del recurso humano responsable del equipo caminero.
- Responsabilidad y puntualidad en cada una de sus tareas encomendadas por parte del Recurso humano responsable del equipo caminero.

3.4.2 Oportunidades

- Predisposición de la primera autoridad del cabildo por dotar al municipio de un departamento de mantenimiento.
- Los operadores y técnicos de mantenimiento de los talleres puedan realizar una capacitación en las empresas que proveen equipo caminero.
- Tecnificar el modo de como se viene realizando hasta ahora la gestión de mantenimiento del equipo caminero.
- Obtener mejoras en las instalaciones de los talleres, equipos de seguridad, herramientas para poder realizar sus labores con mayor eficiencia.

3.4.3 Debilidades

- Carentes de una verdadera organización estructural y funcional dentro de los talleres es decir no existe un departamento de mantenimiento.
- Existe poca mano de obra calificada en el cantón Arajuno es por ello que se justifica la poca gestión del mantenimiento del equipo caminero.
- No se llevan registros documentados de varios aspectos del equipo caminero, horas de trabajo, etc.
- Se prefiere a que el recurso humano responsable del equipo caminero se vaya a otra institución o lugar de trabajo con mejor remuneración.
- Falta de asistencia técnica especializados en temas relacionados al mantenimiento del equipo caminero debido al traslado del personal hasta el cantón Arajuno por sus características viales.

3.4.4 Amenazas

- Personal operativo y de mantenimiento del equipo caminero desmotivados.
- Elevar los costos por falta de planificación y programación en las políticas de mantenimiento.
- Tendencias a que las actividades de mantenimiento se realicen externamente, incluso fuera del cantón Arajuno.
- Los proveedores no acudan a prestar asesoramiento técnico por carecer de una programación en las tareas que a ellos les compete por falta de organización del personal y malas condiciones de las vías de acceso a este cantón.

Síntesis de la problemática

La falta de un organigrama hace que no existan responsabilidades y que las relaciones verticales y horizontales no estén definidas entre las personas involucradas en el área de mantenimiento o de talleres del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno, llegando a veces a duplicar funciones.

- No se lleva un registro de las horas de operación, historial de averías de los equipos, tampoco es posible distinguir tareas simples de las tareas ya programadas.
- No existe un programa de mantenimiento preventivo, lo que trae como consecuencia la constante presencia de intervenciones correctivas.
- La falta de manuales de reparación dan lugar a que se aplique un mismo mantenimiento en todo tipo de motores, provocando trabajos de mantenimiento no adecuados.
- No existe órdenes de trabajo ni un historial de averías lo que conlleva a que no se tenga registrado el tipo de intervención, resulta imposible llevar estadísticas de roturas, controles de mantenimiento, estudios de costos reales, control de consumos de combustible y lubricantes.
- El personal de mantenimiento no recibe capacitación y la falta de actividades diarias ocasionan que se encuentren desmotivados.

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO CAMINERO

Luego de haber realizado el estudio de la situación actual del mantenimiento se ha llegado a determinar que para que el equipo caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno tenga una mayor disponibilidad, se debe organizar el personal de mantenimiento, a más de impulsar cambios que permitirán generar menores costos de mantenimiento, y que podrán servir de referencia a las otras flotas vehiculares que posee la institución.

Para la ejecución del mantenimiento preventivo es necesario crear una estructura organizativa dentro del concepto de la función del mantenimiento donde coexisten elementos de gestión (supervisión y control) y operativos (ejecución de las intervenciones). Para su implementación es necesario disponer de los datos técnicos de acuerdo a las características constructivas de los equipos de la institución, así como de un historial que permitirá predecir el tiempo para su reparación. Crear un plan de mantenimiento y de revisiones periódicas de los equipos o de componentes críticos y para cada uno de ellos la orden de trabajo correspondiente. Controlar su ejecución y captar la información generada, para analizar el comportamiento y determinar la probabilidad de posibles fallas. Este conjunto de tareas se podrán realizar con la elaboración de un plan y programa de mantenimiento.

4.1 Estructura organizacional

La asistencia técnica del departamento de mantenimiento lo conformará un staff bien estructurado y constará de un director del departamento de mantenimiento, un jefe de talleres, jefe de mecánica, mecánico de primera, ayudantes de mecánica, lubricador, un vulcanizador, y un guardalmacén; el respectivo distributivo del personal se muestra en el Anexo 6.

Diagrama Estructural

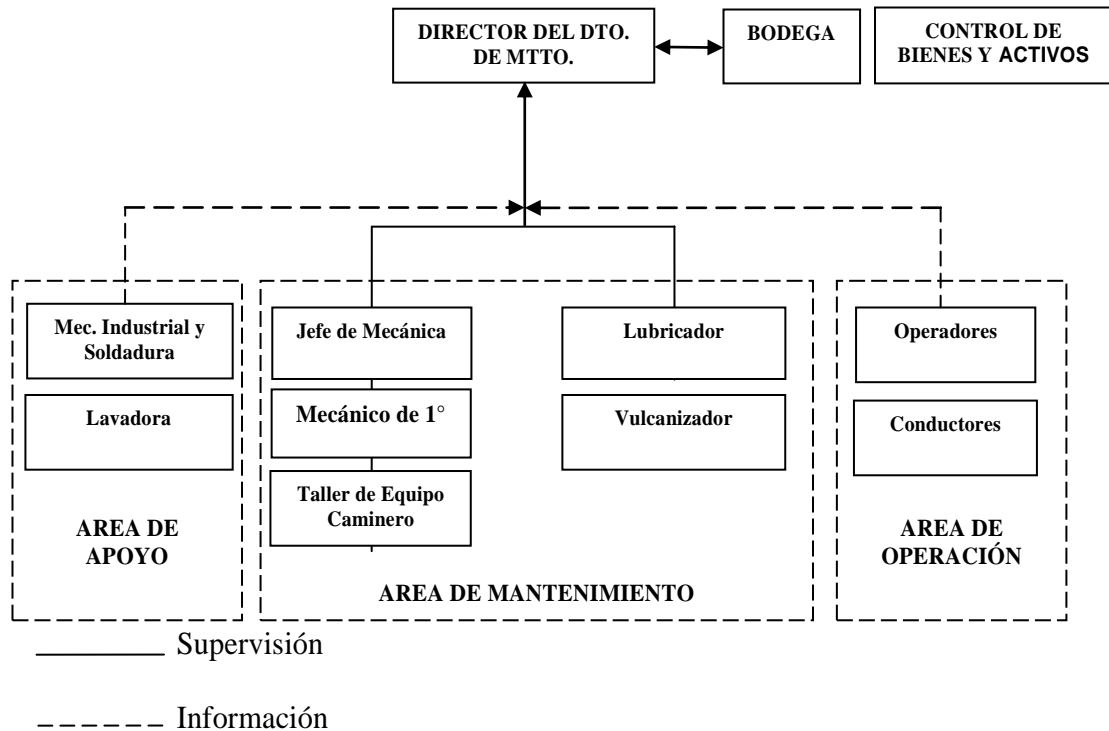


Figura 4.1: Diagrama estructural del departamento de mantenimiento del G.A.D. de Arajuno

4.2 Estructura funcional

El departamento de mantenimiento es el responsable de establecer métodos para emprender los trabajos de mantenimiento, la recopilación, procesamiento de la información y la formulación de informes además establecerá un historial de fallas, definirá presupuestos relacionados al mantenimiento y preverá los stocks a utilizarse. A continuación se presenta el manual de funciones de cada integrante del departamento de mantenimiento:

MANUAL DE FUNCIONES DEL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

• DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El director del departamento de mantenimiento es la persona, en la que el director general o director de Obras Públicas, delega toda el área de mantenimiento sobre todo desde el punto de vista organizativo y económico. Sus responsabilidades son:

- Asegurar que se cumpla los objetivos estratégicos de la Institución en el área de mantenimiento.
- Elaborar el presupuesto de mantenimiento
- Definir las políticas generales del departamento, de acuerdo a los objetivos estratégicos de la empresa.

El perfil de la persona que ocupa este puesto es el siguiente

- Ingeniero de Mantenimiento, Industrial, Mecánico o carreras afines.
- Gran experiencia práctica (Al menos 5 años)
- Formación en TPM, RCM, mantenimiento de equipo caminero, gestión del mantenimiento, etc. Es decir, formación específica en las más modernas técnicas de organización y gestión.
- Inglés técnico con capacidad suficiente para leer con fluidez documentación y manuales que requiera interpretarlos.

• JEFE DE MECÁNICA

Su misión es el de coordinar con el director del departamento de mantenimiento a fin de que las tareas de mantenimiento se cumplan según lo establecido en los planes y programas de

mantenimiento. Su perfil es el del personal con una formación en Tecnología en mantenimiento o en carreras afines.

- **MECÁNICO DE 1º**

Es el encargado de reparaciones menores. Su misión es el desmontaje, reparación, sustitución, montaje y ajuste de los elementos mecánicos de un equipo o instalación. Su perfil profesional vendrá dado con una formación en técnico con certificación en mecánica automotriz o especialidades afines.

- **AYUDANTES DE MECÁNICA**

Son los responsables de realizar todo cuanto requiera el mecánico de primera, es decir serán los auxiliares de la mecánica en los talleres, tendrán ciertas limitaciones en algunas tareas programadas. También serán los encargados del orden y la limpieza del taller. Su perfil profesional será mínimo título de Bachillerato en mecánica automotriz o especialidades afines

- **LUBRICADOR**

Es el encargado de ejecutar el plan o programa de lubricación en los equipos que a él se le asigne, hará uso de las cartillas de lubricación a fin de que se cumpla a cabalidad su misión. Su perfil profesional será de un técnico con certificación en mecánica automotriz o especialidades afines.

- **VULCANIZADOR**

Es el encargado de ejecutar las tareas de vulcanización en general del equipo y vehículos de la institución.

- **BODEGUERO**

Es el encargado de que la bodega o almacén de repuestos se encuentre limpio y ordenado, con un sistema que permita localizar fácilmente lo que necesita. Es el encargado de comunicar al

responsable de compras que un repuesto determinado se ha agotado o ha rebasado el nivel de stock mínimo. Es el responsable de realizar el control de inventarios de stock de repuestos y asegurar que los movimientos de la bodega se hagan de manera controlada. El perfil es el de una persona muy organizada y buen conocedor de los materiales que se usan para las diversas tareas de mantenimiento.

4.3 Codificación del equipo caminero

En vista de que los equipos, vehículos livianos y pesados poseían similar codificación entre sí; se ha planteado codificar como se muestra la Tabla 4.1:

Ejemplo: EC-TB-01

EC: Equipo caminero

TB: Tractor Bulldozer

01: Número correlativo

Tabla 4.1: Codificación del equipo caminero

Codificación	Tipo
EC-TB-01	Tractor Bulldozer “DREESER INTERNATIONAL” TD 15 C
EC-TB-02	Tractor Bulldozer CATERPILLAR D6N
EC -CF-03	Cargadora frontal JCB 426 ZX
EC -RV-04	Rodillo Vibratorio BOMAG
EC -EC-05	Excavadora CATERPILLAR-320 DL
EC -EC-06	Excavadora CASE-CX210
EC -MN-07	Motoniveladora CASE 845
EC -RE-08	Retroexcavadora CASE DE 90 HP
EC -RE-09	Retroexcavadora JCB

4.4 Plan de mantenimiento

Las actividades que se obtengan de los manuales de los fabricantes y de la experiencia del personal de mantenimiento, las mismas que tengan que ver con: lubricación, limpieza, ajustes e inspecciones; acciones que deben ser ejecutadas por operadores y personal del taller. Para lograr un mejor control de las actividades se les ha dividido en tres niveles, tal como lo muestra la siguiente Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Niveles del plan de mantenimiento propuesto.

NIVELES DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA	ACTIVIDADES
Mantenimiento diario	Diariamente	Realizar niveles y realizar la inspección visual alrededor del equipo
Mantenimiento rutinario lubricación y engrase	Intervenciones regulares a lo largo de la vida del equipo	Engrases, cambios de aceite y filtros
Mantenimiento preventivo Tipo A ajustes y servicios	Cada 2 meses	Revisiones sistemáticas que tratan de encontrar anomalías no identificadas por el operador
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 6 meses	Revisiones sistemáticas de partes y accesorios
Mantenimiento predictivo	Cada 5000 horas	Análisis de aceites

4.4.1 Inventario del equipo

Es menester que primero se entienda que el inventario de equipos en el conjunto de información obtenida a partir del proyecto, fabricación y puesta en marcha de cada equipo.

Una vez identificados los equipos que componen la instalación industrial o de servicio institucional como nuestro caso, son proyectados los formularios para la recolección de datos de forma estandarizada; al efectuar el inventario se lo debe realizar para cada equipo de un modo comprensible a fin de atender futuras consultas y que contengan datos como: características de especificación, fabricación, adquisición, instalación, mantenimiento, etc.

El inventario deberá ser un único documento, para cada equipo, los datos que contendrá son:

- Datos constructivos tales como: Manuales, catálogos, y planos.
- Constructivos: Solicitudes, fechas y costos.
- Origen: Fabricante, proveedor, tipo y modelo.
- Transporte y almacenamiento: Dimensiones, pesos y cuidados.
- Operación: Características normales y límites operativos.
- Mantenimiento: Lubricantes, repuestos generales y específicos, recomendaciones del fabricante, límites, tolerancias y ajustes.

		<u>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO</u> <u>MUNICIPAL DE ARAJUNO</u> DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
		INVENTARIO E HISTÓRICO DE MÁQUINAS					
Código Máquina:				Código Equipo:		N° de Serie:	
Máquina							
Fabricante					Modelo:		
Proveedor:				Localización		Fecha Instal:	
Solic N°:	Fecha Solic:	Req. N°	Fecha Req:		Fecha Rec:	Costo:	
Especificaciones del Equipo:							
Planos de Referencia				Manuales / Catálogos:			
Dimensiones Ext:		Ancho:	Altura:	Peso:	Cond. Almacén		
Características Técnicas							
Histórico							
Tipo	Fecha	Tiempo de Reparación			Persona a Intervenir		

Figura 4.2: Formato de inventario de equipo caminero.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Orden de trabajo

Antes de detallar el formato de la orden de trabajo (OT) hay que mencionar que éste documento constituye el “medio de transporte” de toda la información necesaria para la retroalimentación del sistema.

La OT deberá ser solicitada por la persona que se encuentre encargada de llevar el mantenimiento del equipo caminero y autorizada por el director del departamento de mantenimiento, previa comprobación en los planes y programas.

Se debe concientizar a quienes realizan el mantenimiento del equipo caminero a que éstos documentos suelen ser muy útiles pues su gestión nos da a conocer cuál es el número de órdenes acabadas, respecto del número de órdenes generadas, es muy importante también seguir siempre la evolución en el tiempo de la órdenes gestionadas.

El intervalo de tiempo que debe demorar entre la solicitud y la ejecución de los trabajos de mantenimiento se denomina Prioridad, a continuación se propone la siguiente jerarquía:

- **Emergencia:** Son actividades de mantenimiento que se ejecutan inmediatamente después de haber detectado su necesidad. Ejemplo: Eventos que ocurren en la operación de los equipos y que perjudican funcionamiento de los mismos, tales como: niveles bajos de aceites, calentamientos no normales y ruidos extraños en motor, transmisión y sistema hidráulico.
- **Urgente:** Mantenimiento que puede ser ejecutado lo más rápido posible hasta el siguiente día de lo indicado. Ejemplo: Actividades de mantenimiento periódico.
- **Normal:** Mantenimiento que puede ser postergado algunos días pero su ejecución no debe superar una semana. Ejemplo: Mantenimiento tipo A y B.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE			
ARAJUNO			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
ORDEN DE TRABAJO N°:			
Fecha de emisión:		Hora:	
C. COSTO: 001 Calibración		FECHA PROGRAMACIÓN:	FECHA DE INICIO:
UBICACIÓN: EC -EC-06		2011- Junio-21	2011- Octubre-21
SOLICITA: MTTO.		FECHA FINAL:	
EJECUTA: MTTO.		2011- Octubre-21	
EQUIPO: Excavadora Caterpillar 320C			
TAREAS:			
TAREA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADA.			
DATOS ADICIONALES:			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:			
Engrasar el cojinete de rotación.			
Utilizar la hoja de lubricación.			
MATERIALES/ REPUESTOS/ HERRAMIENTAS:			
1Lb. (01-01-148) Guaípe.			
1Lb. (01-01-149) Grasa Multipropósito MPG.			
Llave inglesa: 1 ^{3/4} pulgadas.			
PERSONAL REQUERIDO: 001.			
OBSERVACIONES GENERALES:		OBSERVACIONES DE SEGURIDAD:	
EMITE:	APRUEBA:	CIERRA:	ANULADO:
Director de Dpto.	Director de Dpto.		

Figura 4.3: Formato de orden de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Solicitud de materiales

La gestión de su ejecución es responsabilidad del departamento de mantenimiento y contendrá aspectos como si es para compra o de pronto consta dentro de bodega, que departamento lo ha solicitado, así como código, descripción, unidad, ubicación, solicitado y a quien será entregado; datos del proveedor entre otros aspectos.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SOLICITUD DE MATERIALES					
PARA COMPRA: <input type="checkbox"/>			FECHA:		
DPTO. SOLICITANTE:			CENTRO DE COSTO:		
SOLICITUD DE MATERIAL N°:			USO/EQUIPO:		
ORDEN DE TRABAJO N°:			TIPO DE MANTENIMIENTO:		
SE DESPACHA A:					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	UBICACIÓN	SOLICITADO	ENTREGADO

Figura 4.4: Formato de solicitud de materiales y repuestos

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Bitácora de mantenimiento

En lo concerniente a la bitácora de mantenimiento, dentro de la implementación de la gestión del mantenimiento del equipo caminero, se llevará un registro del histórico de las tareas realizadas. Tanto de las programadas como de las no programadas, partiendo de éste antecedente

se presenta la hoja de vida de cada que se llenará con cada actividad que se efectúe en los equipos por parte de los técnicos y mecánicos. Ver Anexo 7

4.5 Programación del mantenimiento

Durante el desarrollo del proyecto de programación de mantenimiento del equipo caminero del “GADMA”, se han enunciado conceptos referentes a la gestión; en esta sección se pone a consideración de quienes realicen los programas tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Emplear una correlación de los códigos y nombres de los equipos con las periodicidades, épocas de programación de ejecución de actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, formularios de registro de medición, centros de costos, códigos de material y cualquier otro dato juzgado por el responsable departamental como necesario para elaborar un programa de mantenimiento.

Niveles de mantenimiento

Éste proceso tiene como finalidad detectar síntomas de posibles fallas de los componentes más importantes de los equipos, las operaciones serán realizadas por los mecánicos a través de una lista comprobatoria o de chequeo.

Se trata de realizar un diagnóstico de la unidad a modo de transferir la unidad del operador al mecánico, en otras palabras el operador deberá mantener su unidad que opera y reportar al departamento de mantenimiento por un desgaste o una falla considerada normal, pero no entregarla en malas condiciones.

Cada intervención anterior está incluido en el mantenimiento subsiguiente, es decir el mantenimiento tipo B incluye el A, y así sucesivamente. En cada mantenimiento posterior se

realizan más intervenciones que la anterior lo que implica mayor tiempo de la unidad se encuentre no disponible.

Mantenimiento Diario

- Responsable: El operador y ayudante.
- Objetivo: Comprometer al operador con el mantenimiento.
- Meta: Garantizar la operación continua a través de inspecciones visuales y comprobación de niveles.
- Descripción de actividades y frecuencias: En la Tablas que se enlistan a continuación y constan las intervenciones comunes a todos los equipos.

Mantenimiento tipo A

- Responsables: Personal de mecánica.
- Objetivo: Se trata de revisiones sistemáticas para observar fallas eventuales que se pueden realizar durante el abastecimiento de combustible si el equipo se encuentra en algún frente de trabajo o en el taller dependiendo del caso, cuyo propósito es identificar visualmente algunas anomalías no detectadas por el operador.
- Descripción de actividades y frecuencia: En la tabla 4.3 se enlistan las actividades a realizarse a los equipos.


Meta: Asegurar la vida útil de los componentes necesarios para reponer el potencial de trabajo de las unidades.

Tabla 4.3: Actividades de mantenimiento Tipo A.

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
DIAGNÓSTICO VISUAL.
<ul style="list-style-type: none"> • Fugas de fluidos (diesel, anticongelante, aceite, aire, etc.). • Neumáticos calentamiento y desgaste de la banda de rodamiento. • Estado de tubería y mangueras. • Sistema de suspensión, juegos en el cardan. • Elementos sencillos rotos o que presenten desgaste excesivo por ejemplo: pernos, muelles, etc. • Apariencia externa (pintura, luces, señalizaciones). • Torceduras, roturas o desgaste excesivo en implementos.
ASPECTO INTERNO DE LA CABINA
<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores y manómetros del tablero. • Juegos de las palancas, mandos y pedales
PARTE ALTA DEL MOTOR
<ul style="list-style-type: none"> • Fugas de fluidos. • Tensión de bandas. • Juego del ventilador. • Limpiar pre filtro y filtro de aire. • Conexiones (manguera, tuberías).
FRECUENCIA : Cada 2 meses

En la Tabla 4.4 se muestra el formato de una lista de chequeo (checklist) tipo A.

Tabla 4.4: Formato del Checklist Tipo A.

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CHECKLIST TIPO A			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Checklist Tipo A					
Equipo:		Fecha:			
Lectura:		Hora inicio:			
Realizado por:		Hora final:			
Niveles de fluidos					
Revisar nivel de aceite del motor.					
Revisar nivel de refrigerante.					
Revisar nivel de aceite de transmisión.					
Revisar nivel de aceite hidráulico.					
Motor					
Limpiar pre depurador de aire.					
Limpiar respiradero del cárter del motor.					
Revisar tensión de la banda del ventilador.					
Drenar agua y sedimentos del tanque de combustible.					
Sistema eléctrico					
Limpiar bornes y terminales de la batería.					
Revisar nivel de electrolito de la batería.					
Sistema hidráulico					
Revisar estado de mangueras y conexiones.					
Revisar fugas de aceite en cilindros.					
Limpiar filtro colador del lado de succión.					
Tren de rodaje o neumáticos					
Revisar bastidores, protecciones y tensores del tren de rodaje.					
Revisar zapatas, pernos flojos o rotos.					
Comprobar presión de inflado.					
Comprobar desgaste anormal, cortes, etc.					
Implementos					
Revisar cuchillas, esquineros y pernos flojos o faltantes de hojas de empuje.					
Revisar círculo, mesa, cuchillas y cantos de hojas niveladoras.					
Revisar pines, bujes, puntas y segmentos de cucharones.					
General					
Revisar funcionamiento de indicadores e instrumentos.					
Comprobar operación de los frenos de pedal y de estacionamiento.					
Revisar fugas de aire o aceite del compresor (Si el equipo posee).					

Trabajos adicionales

[illegible]

Responsible

Jefe de mecánica

Jefe de mecánica

Mantenimiento tipo B


- Responsables: Personal de mecánica.
- Objetivo: Revisar sistemáticamente partes, elementos y accesorios, revisiones que pueden resultar en cambios de partes o elementos.
- Descripción de actividades y frecuencia: En la Tabla 4.5, se enlista las actividades para este tipo de mantenimiento.
- Meta: Asegurar la vida útil de los componentes necesarios para reponer el potencial de trabajo de las unidades.

Tabla 4.5. Actividades de mantenimiento Tipo B.

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
MOTOR Y SISTEMA ELÉCTRICO.
<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar válvulas • Revisar ajuste de pernos y montaje del múltiple de admisión y escape. • Revisar estado y funcionamiento de inyectores. Revisar compresión del motor (si es necesario). • Revisar funcionamiento del termostato. • Lavar radiador, revisar cables y terminales de la batería. • Cableado eléctrico - Revisar conexiones y aislamiento. • Comprobar carga de la batería. • Comprobar funcionamiento de bujías de precalentamiento. • Revisar estado de terminales de los elementos del sistema • Medir voltaje de los elementos del sistema
SERVOTRANSMISIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar temperatura, comprobar presión de aceite.
SISTEMA HIDRÁULICO
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar rotulas y casquillos de los cilindros hidráulicos. • Revisar vástagos de los cilindros hidráulicos. • Revisar bomba hidráulica (fugas, ruidos inusuales) • Revisar tipo de aceite y calidad de aceites usados en los equipos. • Revisar tiempo de ciclo de trabajo de los cilindros hidráulicos.
TREN DE RODAJE (solo para tractores y excavadoras)
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar desgaste de elementos del tren de rodaje, por ejemplo: ruedas guías, rodillos inferiores, zapatas, etc. • Revisar fugas de lubricante en ruedas motrices, ruedas guías, y rodillos. • Revisar estado de las válvulas de desahogo de grasa del mecanismo ajustador de cadenas, revisar estado de las protecciones.
<ul style="list-style-type: none"> • IMPLEMENTOS (Para todo tipo de equipos)
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar pernos faltantes, desgastados. • Revisar estado de esquineros (cantoneiras), protectores laterales, cuadros, cuchillas y puntas. • De Hojas de empuje, cucharones y hojas para motoniveladoras.
<ul style="list-style-type: none"> • FRECUENCIA: Cada 6 meses

En la Tabla 4.6 se muestra el formato de una lista de chequeo (checklist) tipo B.

Tabla 4.6: Formato del Checklist Tipo B.

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO CHECKLIST TIPO B
---	---	---

Checklist Tipo B			
Equipo:		Fecha:	
Lectura:		Hora inicio:	
Realizado por:		Hora final:	

MOTOR		
Comprobar estado del múltiple de admisión y de escape.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprobar fugas en el turbo y apretar pernos del montaje del turbo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calibrar válvulas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpiar filtro de la bomba de alimentación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar compresión del motor (si es necesario).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema eléctrico		
Revisar cables y funcionamiento de las bujías de precalentamiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprobar carga de la batería.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medir voltaje de los elementos del sistema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema hidráulico		
Revisar ralladuras en pistones de los cilindros hidráulicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprobar tiempo de ciclos de trabajo de los cilindros hidráulicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ruidos anormales en bombas hidráulicas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tren de rodaje		
Revisar fugas de lubricante en ruedas motrices, ruedas guías, y rodillos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar estado de las válvulas de desahogo de grasa del mecanismo ajustador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar desgaste de ruedas guías, rodillos inferiores, zapatas, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transmisión, mando final, diferenciales, tandems		
Limpiar respiradero de la caja de la transmisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpiar respiraderos de los embragues de dirección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ruidos anormales en caja de transmisión.

☐☐

Revisar varillaje de control y palancas de mando.

☐☐

Cardanes

Comprobar juego de los estriados de los ejes del cardan.

☐☐

Comprobar estado de las crucetas.

☐☐

Trabajos adicionales

Responsable

Jefe de mecánica

Jefe de mecánica

4.5.1 Mantenimiento preventivo de Volquetes

MP	a cargo del OPERADOR
A	Ciclo de Servicio Diario
B	Ciclo de servicio Semanal

 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DE LA MÁQUINA</u>	
<ol style="list-style-type: none"> COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador y mangueras, abrazaderas flojas. CAJA DE CAMBIO: Observar fugas de aceite DIFERENCIAL: Observar fugas de aceite TREN DELANTERO Y DIRECCIÓN: Observar estado general, ver si no tiene juego excesivo, Observar fugas de aceite en el hidráulico de la dirección y comprobar estado de las mangueras NEUMÁTICOS: Comprobar presión de inflado, estado general, desgaste, cortes, objetos incrustados EQUIPO DE VOLTEO: Observar fugas de aceite en la bomba y cilindro hidráulico, comprobar estado de mangueras. Comprobar estado general del balde y juego en los pines y articulaciones del mismo. 	
A. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u>	
<ol style="list-style-type: none"> MOTOR: Revisar el nivel de aceite del motor y rellenar de ser necesario RADIADOR: Comprobar nivel de agua BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes FRENOS: Purgar el agua condensada en los depósitos de aire comprimido- al final de la jornada de trabajo EMBRAGUE: Revisar nivel de líquido de la bomba de embrague. TANQUE DE COMBUSTIBLE: Llenar el tanque al final de la jornada de trabajo DIRECCIÓN: Comprobar nivel de aceite del hidráulico de la dirección FILTRO DE AIRE: comprobar el indicador de vacío del filtro de aire BANDAS DE VENTILADOR: comprobar tensión y estado INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal. 	

NOTA.

Dejar funcionar el motor a media aceleración de 3 a 5 minutos como calentamiento previo, durante éste período:

- Escuche si existe algún ruido anormal.
- Baje del vehículo y observe si hay fugas.
- Pruebe los frenos de servicio y freno de estacionamiento.
- Pruebe todas las luces y señaleros.
- Conduzca el vehículo con carga moderada y a poca velocidad hasta que el motor alcance la temperatura normal de trabajo.

B. a) <u>LUBRICACIÓN SEMANAL</u>


<p>Engrasar los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pines de articulación del balde. • Pines de la suspensión en general. • Pines del pistón hidráulico. • Crucetas y estriado del cardán de comando de la bomba hidráulica de volteo. • Rodamiento de la bomba de agua, etc. 	<p>(SAE/API:G2 EP Litio)</p>
---	-------------------------------------

RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO

1. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
2. Purgue el agua condensada en los depósitos de aire comprimido al fin de cada día de servicio para evitar problemas en el sistema de frenos
3. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a comprobar niveles o a lubricar.
4. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos
5. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pus en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

4.5.2 Mantenimiento preventivo del Bulldozer

MP	a cargo del OPERADOR
A	Ciclo de Servicio Diario
B	Ciclo de servicio Semanal

 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
<p>A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DE LA MÁQUINA</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador abolladuras, suciedad etc., y mangueras, abrazaderas flojas. SISTEMA HIDRÁULICO: Observar fugas, estado general de mangueras, roturas o rozamientos, varillas flojas. TRANSMISIÓN Y MANDOS FINALES: Observar fugas de aceite. ORUGAS: Observar tensión de las orugas, estado general de las zapatas, comprobar que no hayan pernos flojos ni que falten pernos. RUEDAS Y RODILLOS: observar fugas, desgaste general 	
<p>A. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO: Carter de aceite del motor Carter de aceite de la transmisión Depósito de aceite del hidráulico RADIADOR: Comprobar nivel de agua BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos BANDAS DE VENTILADOR: comprobar tensión y estado INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal 	

NOTA.

Dejar funcionar el motor a media aceleración hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo, durante éste período:

- ❖ Escuche si existe algún ruido anormal.
- ❖ Pruebe los controles.
- ❖ Baje de la máquina y observe si no hay fugas.

NOTA.

El engrasado debe ser según recomienda el fabricante, luego de engrasar se deben limpiar los excesos de grasa.

RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO


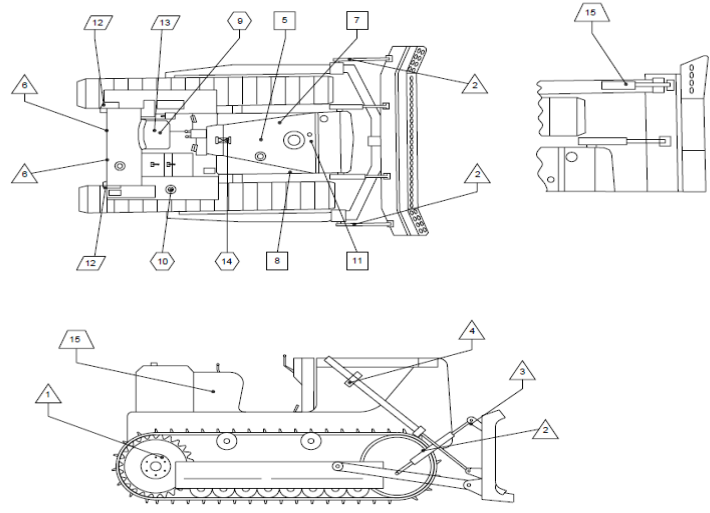




1. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
2. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a comprobar niveles o a lubricar.
3. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos
4. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pus en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

La programación del mantenimiento del Tractor Bulldozer International TD 15 C se muestra en el Anexo 8.

Tabla 4.7: Frecuencia de lubricación para tractor Dreessta International TD 15 C

		<div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>				<div>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE LUBRICACIÓN BULLDOZER DREESER INTERNATIONAL</div>	
							
TABLA DE LUBRICACIÓN							
FRECUENC.	LOCALIZ	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº PTOS.	LUBRICANTE		
50 	1	Cojinete exterior del bastidor de rodillos	Engrasar	2	MPG		
	6	Cojinete interior del bastidor de rodillos	Engrasar	2	MPG		
	4	Horquillas soporte de los brazos de elevación	Engrasar	6	MPG		
	2	Tirante de inclinación de la hoja	Engrasar	2	MPG		
	3	Rotulas de tirantes de inclinación de la hoja	Engrasar	2	MPG		
250 	5	Rodamiento de la polea del ventilador	Engrasar	1	MPG		
	7	Cárter del motor	Cambiar aceite	1	SAE40/API CE		
	8	Filtro de aceite del motor	Cambiar filtro	2	-		
	9	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-		
500 	12	Junta universal	Engrasar	2	MPG		
	10	Filtro de aceite de la transmisión	Cambiar filtro	2	-		
	11	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar filtro	2	-		
1000 	13	Mandos finales	Cambiar aceite	1	SAE 140/API GL-4		
	14	Transmisión, embragues de dirección, piñón y corona	Cambiar aceite	1	SAE 40/TO-4		
2000 	15	Tanque hidráulico	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 100		
	13	Radiador	Lavar y rellenar	1	-		
OBSERVACIONES							

Tabla 4.8: Frecuencia de lubricación para Bulldozer Caterpillar D6N.

	<div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>	<div>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE LUBRICACIÓN BULLDOZER CATERPILLAR D6N</div>			
<div></div>					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUENC.	LOCAL...	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº PTOS.	LUBRICANTE
50 	1	Cojinete exterior del bastidor de rodillos	Engrasar	2	MPG
	2	Tirante de inclinación de la hoja	Engrasar	2	MPG
	3	Rótulas de tirantes de inclinación de la hoja	Engrasar	2	MPG
	4	Horquillas soporte de los brazos de elevación	Engrasar	4	MPG
	6	Cojinete interior del bastidor de rodillos	Engrasar	2	MPG
250 	5	Cárter del motor	Cambiar aceite	1	SAE40/API CE
	7	Filtro de aceite del motor	Cambiar aceite	1	-
	8	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-
	11	Rodamiento de la polea del ventilador	Engrasar	1	MPG
500 	9	Filtro de aceite de la transmisión	Cambiar filtro	1	-
	10	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar filtro	1	-
	14	Junta universal	Engrasar	2	MPG
1000 	12	Mandos finales	Cambiar aceite	1	SAE 140/API GL-4
	13	Transmisión, embragues de dirección, piñón y corona	Cambiar aceite	1	SAE 40/TO-4
2000 	15	Tanque hidráulico	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 100
	16	Cilindro hidráulico de inclinación lateral	Revisar nivel	1	-

La Programación del Mantenimiento del Tractor Bulldozer Caterpillar D6N se Muestra en el

Anexo 9.

4.5.3 Mantenimiento preventivo de Cargadora frontal

MP	a cargo del OPERADOR
A	Ciclo de Servicio Diario
B	Ciclo de servicio Semanal


 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZAD O MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
<p>A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DEL VEHÍCULO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad 2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador, abolladuras, suciedad, etc.; mangueras, abrazaderas flojas. 3. SISTEMA HIDRÁULICO: Observar fugas, estado general de mangueras, roturas o rozamientos, varillas flojas. 4. MANDOS FINALES Y DIFERENCIALES. Observar fugas de aceite 5. CUCHARÓN: Observar si hay desgaste mayor, torceduras, dientes rotos o desgastados o falta de pernos 6. NEUMÁTICOS: Comprobar presión de inflado, estado general, desgaste, cortes, objetos incrustados. 	
<p>A. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 9. REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO: <ul style="list-style-type: none"> Carter de aceite del motor Carter de aceite de la transmisión Depósito de aceite hidráulico 10. RADIADOR: Comprobar nivel de agua 11. BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes 12. ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento 13. TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo 14. FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos 15. TANQUES DE AIRE: Drenar agua 16. BANDAS DE VENTILADOR: comprobar tensión y estado 17. INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal 	

Tabla 4.9: Frecuencia de lubricación para Cargadora Frontal JCB

 <div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE LUBRICACIÓN CARGADORA FRONTAL			
					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUENC.	LOCALIZ.	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº PTOS.	LUBRICANTE
10 	1	Cojinete del pivote superior de articulación del bastidor	Engrasar	1	MPG
	2	Cojinete del pivote inferior de articulación del bastidor	Engrasar	1	MPG
	3	Cojinete de los cilindros de dirección	Engrasar	4	MPG
50 	4	Pasadores pivote del cucharón	Engrasar	4	MPG
	16	Pasadores pivote de los brazos	Engrasar	2	MPG
	6	Cojinete interior del bastidor de rodillos	Engrasar	6	MPG
250 	5	Cárter del motor	Cambiar aceite	1	SAE40/API CE
	7	Filtro de aceite del motor	Cambiar aceite	1	-
	8	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-
	11	Rodamiento de la polea del ventilador	Engrasar	1	MPG
	17	Cojinetes exteriores de ejes	Engrasar	4	MPG
500 	9	Filtro de aceite de la transmisión	Cambiar filtro	1	-
	10	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar filtro	1	-
	14	Juntas universales	Engrasar	4	MPG
1000 	12	Diferenciales	Cambiar aceite	1	SAE 140/API GL-4
	13	Transmisión	Cambiar aceite	1	SAE 40/TO-4
	15	Tanque hidráulico	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 10

NOTA.

Dejar funcionar el motor a media aceleración hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo, durante éste período:

- ❖ Escuche si existe algún ruido anormal.
- ❖ Pruebe los controles y frenos.
- ❖ Baje de la máquina y observe si no hay fugas.

B. a) <u>MANTENIMIENTO CADA 2 SEMANAS</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar nivel y rellenar de ser necesario en el Depósito líquido de frenos 	
b) <u>LUBRICACIÓN CADA 2 SEMANAS</u>	
Engrasar los siguientes puntos:	(SAE/API:G2 EP Litio)
<ul style="list-style-type: none"> • Cojinetes de los cilindros de dirección • Cojinete del ventilador 	

NOTA.

El engrasado debe ser según recomienda el fabricante, luego de engrasar se deben limpiar los excesos de grasa.

RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO


1. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
2. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a comprobar niveles o a lubricar.
3. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos
4. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pus en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

La Programación del Mantenimiento de la Cargadora Frontal se muestra en el Anexo 10.

4.5.4 Mantenimiento preventivo de Rodillo Vibratorio Bomag

MP	a cargo del OPERADOR
-----------	-----------------------------

A	Ciclo de Servicio Diario
----------	---------------------------------

 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO O MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
<p>A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DEL VEHÍCULO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador, abolladuras, suciedad, etc.; mangueras, abrazaderas flojas. TRANSMISIÓN: Observar fugas de aceite. En las transmisiones hidrostáticas verificar estado general de mangueras, roturas o rozamientos, varillas de control flojas. MANDOS FINALES Y DIFERENCIALES: Observar fugas de aceite. DIRECCIÓN: Observar fugas de aceite estado general de mangueras, roturas o rozamientos. NEUMÁTICOS: Comprobar presión de inflado, estado general, desgaste, cortes, objetos incrustados, llantas resacas. 	
<p>A. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO: Carter de aceite del motor Carter de aceite del convertidor y transmisión Transmisiones hidrostáticas purgar el agua condensada en el depósito si es necesario. RADIADOR: Comprobar nivel de Líquido refrigerante. BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos. TANQUES DE AIRE: Drenar agua BANDAS DE VENTILADOR: Comprobar tensión y estado INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal. 	

NOTA.

Dejar funcionar el motor a media aceleración por un lapso de 5 a 10 minutos hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo, durante éste período:

- ❖ Escuche si existe algún ruido anormal.
- ❖ Pruebe los controles y frenos.
- ❖ Baje de la máquina y observe si no hay fugas.

A. c) <u>LUBRICACIÓN DIARIA</u>
--

RODILLOS VIBRATORIOS

<p>Engrasar los cojinetes del eje vibrador dos veces al día. Use grasa con 3 a 5% de bisulfuro de molibdeno.</p>
--

<p>Engrasar los siguientes puntos:</p>
--

RODILLOS VIBRATORIOS

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Semiejes del rodillo Vibratorio. • Cojinete de palancas de comando de las bombas hidrostáticas • Cojinetes del eje de los pedales del freno. • Articulaciones del cuadro del rodillo vibratorio. • Cojinetes de los cilindros de dirección. • Crucetas de la Transmisión. |
|--|

RODILLOS NEUMÁTICOS


- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cadenas de transmisión. • Pines de oscilación de las ruedas. • Articulaciones de la horquilla de las ruedas de dirección. • Cojinetes cilindros de dirección. |
|--|

RODILLOS TANDEM Y TRICICLO

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cadenas de transmisión. • Engranaje de los rodillos de propulsión. • Articulaciones de la horquilla de las ruedas de dirección. • Cojinetes cilindros de dirección. |
|--|

4.5.5 Mantenimiento preventivo de Excavadora Caterpillar 320 C

MP	a cargo del OPERADOR
A	Ciclo de Servicio Diario

 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
<p>A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DEL VEHÍCULO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad 2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador, abolladuras, suciedad, etc.; mangueras, abrazaderas flojas. 3. TRANSMISIÓN: Observar fugas de aceite. En las transmisiones hidrostáticas verificar estado general de mangueras, roturas o rozamientos, varillas de control flojas. 4. MANDOS FINALES Y DIFERENCIALES: Observar fugas de aceite. 5. DIRECCIÓN: Observar fugas de aceite estado general de mangueras, roturas o rozamientos. 6. NEUMÁTICOS: Comprobar presión de inflado, estado general, desgaste, cortes, objetos incrustados, llantas resacas. 	
<p>B. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u></p>	
<p>10. REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO:</p> <p>Carter de aceite del motor</p> <p>Carter de aceite del convertidor y transmisión</p> <p>Transmisiones hidrostáticas purgar el agua condensada en el depósito si es necesario.</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. RADIADOR: Comprobar nivel de Líquido refrigerante. 12. BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes. 13. ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento. 14. TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo. 15. FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos. 16. TANQUES DE AIRE: Drenar agua. 17. BANDAS DE VENTILADOR: Comprobar tensión y estado. 18. INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal. 	

RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO

1. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
2. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a comprobar niveles o a lubricar.
3. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos.
4. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pues en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

La Programación del Mantenimiento del Rodillo Vibratorio Bomag se muestra en el Anexo 11.

NOTA.

Dejar funcionar el motor a media aceleración por un lapso de 5 a 10 minutos hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo, durante éste período:

- ❖ Escuche si existe algún ruido anormal.
- ❖ Pruebe los controles y frenos.
- ❖ Baje de la máquina y observe si no hay fugas.

El engrase debe ser según recomienda el fabricante, luego de engrasar se deben limpiar los excesos de grasa.

<p>B. c) <u>LUBRICACIÓN DIARIA</u></p>

<p>RODILLOS DEL TREN DE RODAJE</p>

<p>Engrasar los cojinetes del eje vibrador dos veces al día. Use grasa con 3 a 5% de bisulfuro de molibdeno.</p>
--

<p>Engrasar los siguientes puntos:</p>
--

<p>RODILLOS VIBRATORIOS</p>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Semiejes del rodillo Vibratorio. • Cojinete de palancas de comando de las bombas hidrostáticas • Cojinetes del eje de los pedales del freno. • Articuciones del cuadro del rodillo vibratorio. • Cojinetes de los cilindros de dirección. • Crucetas de la Transmisión. |
|--|

<p>RODILLOS NEUMÁTICOS</p>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cadenas de transmisión. • Pines de oscilación de las ruedas. • Articuciones de la horquilla de las ruedas de dirección. • Cojinetes cilindros de dirección. |
|--|

<p>RODILLOS TANDEM Y TRICICLO</p>
--

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cadenas de transmisión. • Engranaje de los rodillos de propulsión. • Articuciones de la horquilla de las ruedas de dirección. • Cojinetes cilindros de dirección. |
|--|

La Programación del Mantenimiento de la Excavadora CAT 320C se muestra en el Anexo 12.

4.5.6 Mantenimiento preventivo Excavadora Case

MP	a cargo del OPERADOR
A	Ciclo de Servicio Diario
B	Ciclo de servicio Semanal



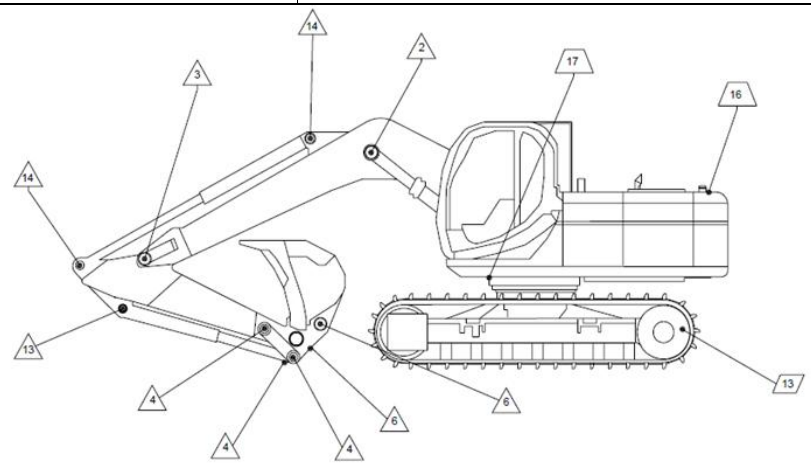





 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZAD O MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
<p>A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DEL VEHÍCULO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad 2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador, abolladuras, suciedad, etc.; mangueras, abrazaderas flojas. 3. SISTEMA HIDRÁULICO: Observar fugas, estado general de mangueras, roturas o rozamientos, varillas flojas. 4. MANDOS FINALES Y DIFERENCIALES. Observar fugas de aceite 5. CUCHARÓN: Observar si hay desgaste mayor, torceduras, dientes rotos o desgastados o falta de pernos 6. NEUMÁTICOS: Comprobar presión de inflado, estado general, desgaste, cortes, objetos incrustados. 	
<p>B. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO: 2. Carter de aceite del motor 3. Carter de aceite de la transmisión 4. Depósito de aceite hidráulico 5. RADIADOR: Comprobar nivel de agua 6. BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes 7. ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento 8. TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo 9. FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos 10. TANQUES DE AIRE: Drenar agua 11. BANDAS DE VENTILADOR: Comprobar tensión y estado 12. INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal 	

Tabla 4.10: Frecuencia de lubricación para Excavadora Caterpillar 320C

<div></div> <div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE LUBRICACIÓN EXCAVADORA CATERPILLAR 320C			
<div></div>					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUENC.	LOCALIZACIÓ N	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº DE PUNTOS	LUBRICANTE
50 <div></div>	1	Pasador de base de la pluma.	Engrasar	2	MPG
	2	Pasador pivote de base de cilindros de la pluma.	Engrasar	2	MPG
	3	Cojinetes inferiores y superiores de la pluma.	Engrasar	5	MPG
	4	Pasador pivote del tirante del cucharón.	Engrasar	3	MPG
	6	Pasador pivote del cucharón.	Engrasar	3	MPG
	13	Vástago del cilindro del cucharón	Engrasar	1	MPG
	14	Vástago del cilindro del brazo	Engrasar	1	MPG
250 <div></div>	5	Cárter del motor	Cambiar aceite	1	SAE15W40
	7	Filtro de aceite del motor	Cambiar filtro	1	-
	8	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-
	14	Cojinete de Rotación	Engrasar	2	MPG
500 <div></div>	10	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar filtro	1	-
1000 <div></div>	11	Filtro de retorno del sistema hidráulico	Cambiar filtro	1	-
	12	Mandos finales	Cambiar aceite	1	SAE 40
	15	Mandos de la rotación	Cambiar aceite	1	SAE 40
2000 <div></div>	16	Tanque hidráulico	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 100
	17	Engranaje de la rotación	Engrasar	1	MPG
MPG: GRASA MULTIPROPÓSITO					

NOTA. Dejar funcionar el motor a media aceleración hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo, durante éste período:


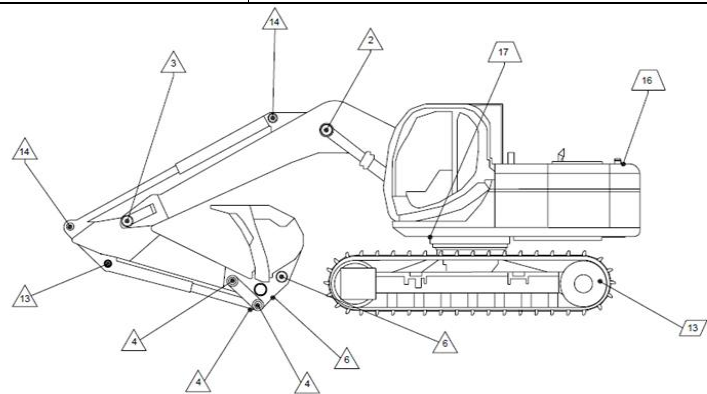





- Escuche si existe algún ruido anormal.
- Pruebe los controles y frenos.
- Baje de la máquina y observe si no hay fugas.

El engrasado debe ser según recomienda el fabricante, luego de engrasar se deben limpiar los excesos de grasa.

RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO

1. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
2. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a comprobar niveles o a lubricar.
3. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos.
4. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pus en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

Tabla 4.11: Frecuencia de lubricación para Excavadora Case CX 210 C

<div></div> <div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>		<div>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</div> <div>HOJA DE LUBRICACIÓN</div> <div>EXCAVADORA CASE CX 210 C</div>			
<div></div>					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUENC.	LOCALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº DE PUNTOS	LUBRICANTE
50 	1	Pasador de base de la pluma.	Engrasar	2	MPG
	2	Pasador pivote de base de cilindros de la pluma.	Engrasar	2	MPG
	3	Cojinetes inferiores y superiores de la pluma.	Engrasar	5	MPG
	4	Pasador pivote del tirante del cucharón.	Engrasar	3	MPG
	6	Pasador pivote del cucharón.	Engrasar	3	MPG
	13	Vástago del cilindro del cucharón	Engrasar	1	MPG
	14	Vástago del cilindro del brazo	Engrasar	1	MPG
250 	5	Cárter del motor	Cambiar aceite	1	SAE15W40
	7	Filtro de aceite del motor	Cambiar filtro	1	-
	8	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-
	14	Cojinete de Rotación	Engrasar	2	MPG
500 	10	Filtro de aceite hidráulico	Cambiar filtro	1	-
1000 	11	Filtro de retorno del sistema hidráulico	Cambiar filtro	1	-
	12	Mandos finales	Cambiar aceite	1	SAE 40
	15	Mandos de la rotación	Cambiar aceite	1	SAE 40
2000 	16	Tanque hidráulico	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 100
	17	Engranaje de la rotación	Engrasar	1	MPG
MPG: GRASA MULTIPROPÓSITO					

La Programación del Mantenimiento de la Excavadora CASE CX210 C se muestra en el Anexo 13.

4.5.7 Mantenimiento preventivo de Motoniveladora

MP	a cargo del OPERADOR
A	Ciclo de Servicio Diario
B	Ciclo de Servicio Semanal



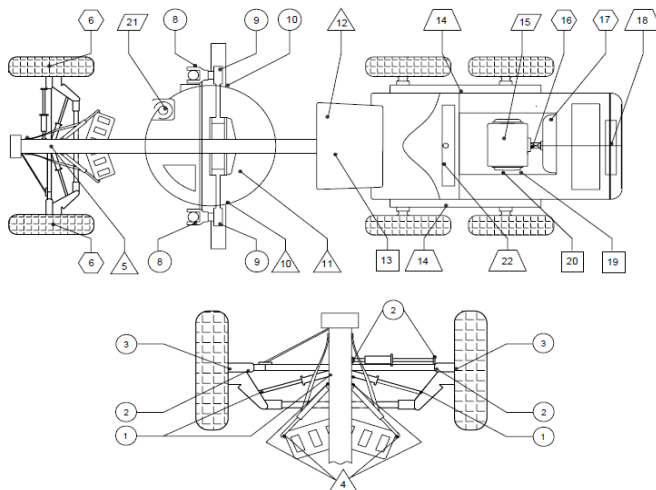






 <p>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZAD O MUNICIPAL DE ARAJUNO</p>	<p>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</p> <p>HOJA DE MANTENIMIENTO A CARGO DEL OPERADOR</p>
<p>A. a) <u>INSPECCIÓN VISUAL ALREDEDOR DEL VEHÍCULO</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. COMPORTAMIENTO DEL MOTOR: Observar fugas de aceite o combustible, partes flojas, cables sueltos, exceso de suciedad 2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Observar fugas, estado del radiador, abolladuras, suciedad, etc.; mangueras, abrazaderas flojas. 3. SISTEMA HIDRÁULICO: Observar fugas, estado general de mangueras, roturas o rozamientos, varillas flojas. 4. SISTEMA MECÁNICO: Cajas de controles y cajas de engranajes, observar fugas. 5. BRAZOS DE LA HOJA: Observar el ajuste correcto de las rótulas. 6. TREN DELANTERO: Observar estado general, ver si no tiene juego excesivo. 7. HOJA: Observar desgaste o roturas, en las cuchillas y esquineros, y estado general de la hoja. 8. NEUMÁTICOS: Comprobar presión de inflado, estado general, desgaste, cortes, objetos incrustados, llantas resacas. 	
<p>A. b) <u>MANTENIMIENTO DIARIO</u></p>	
<p>1. REVISAR EL NIVELES Y RELLENAR DE SER NECESARIO:</p> <p>Carter de aceite del motor</p> <p>Depósito del aceite del hidráulico</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. RADIADOR: Comprobar nivel de Líquido refrigerante. 3. BATERIA: Comprobar nivel de electrolito y agregar agua destilada de ser necesario, limpiar los bornes 4. ANTEFILTRO DE AIRE: Limpiar elemento 5. TANQUE DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos, llenar el tanque al final de la jornada de trabajo 6. FILTROS DE COMBUSTIBLE: Drenar agua y sedimentos. 7. BANDAS DE VENTILADOR: Comprobar tensión y estado 8. INSTRUMENTOS: Al poner el motor en funcionamiento, observar que todos los instrumentos e iconos de alertas indiquen en forma normal. 	

Tabla 4.12: Frecuencia de lubricación para Motoniveladora Case 845

 <div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>		<div>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE LUBRICACIÓN MOTONIVELADORA CASE 815</div>			
<div></div>					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUEN C.	LOCALIZAC.	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº DE PTOS.	LUBRICANTE
10 	1	Cilindro de dirección	Engrasar	4	MPGM
	2	Cilindro y barra de inclinación de las ruedas	Engrasar	4	MPGM
	3	Cojinete de los cilindros de dirección	Engrasar	2	MPGM
	8	Rótulas de los vástagos de cilindros de inclinación de la hoja	Engrasar	4	MPGM
	9	Rótulas de los cilindros de inclinación y deslizamiento de la hoja	Engrasar	4	MPGM
50 	4	Cilindros de levantamiento del escarificador	Engrasar	4	MPGM
	5	Junta esférica del bastidor de tiro	Engrasar	1	MPGM
	10	Pivotes del brazo de soporte del círculo	Engrasar	4	MPGM
	11	Círculo, zapatas guía y espaciadores de desgaste	Engrasar	6	MPGM
	12	Cilindro maestro del freno	Engrasar	1	BF
250 	13	Pasadores de articulación	Engrasar	2	MPGM
	19	Carter del motor y filtro	Cambiar aceite y elemento	2	SAE40/API CE
	20	Filtro de combustible	Cambiar de elemento	1	-
500 	6	Rodamientos de las ruedas delanteras	Cambiar filtro	2	MPG
	16	Junta universal	Engrasar	2	MPG
1000 	17	Caja de transmisión y filtro del convertidor	Cambiar aceite y elemento	2	ATF
	21	Caja de control del círculo	Cambiar aceite	1	SAE 90
	15	Caja de ejes posterior	Cambiar aceite	1	SAE 140
2000 	18	Tanque hidráulico	Cambiar aceite	1	SAE 10W
	22	Radiador	Cambiar refrigerante	1	Refrigerante
	14	Cajas tandem	Cambiar aceite	1	SAE 90/API GL-3

Dejar funcionar el motor a media aceleración por un lapso de 5 a 10 minutos hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo, durante éste período:

- ❖ Escuche si existe algún ruido anormal.
- ❖ Pruebe los controles y frenos.
- ❖ Baje de la máquina y observe si no hay fugas.

NOTA.

El engrase debe ser según recomienda el fabricante, luego de engrasar se deben limpiar los excesos de grasa.

Antes de engrasar el círculo se debe limpiar con un trapo embebido en Diesel.


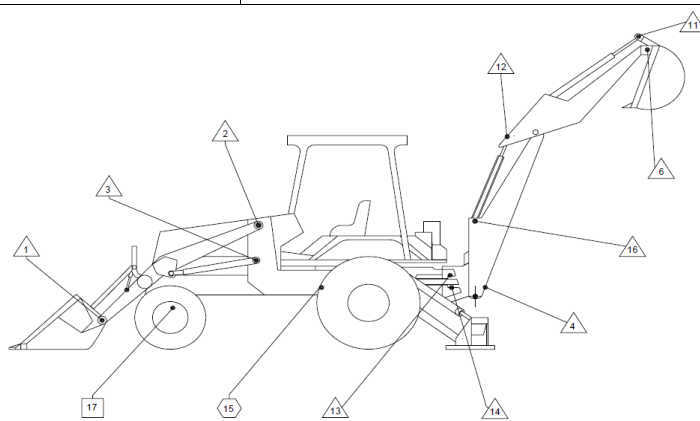




RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO

1. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
2. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a engrasar o lubricar.
3. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos.
4. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pues en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

La programación del mantenimiento de la Motoniveladora Case 845 se muestra en el Anexo 14.

4.5.8 Mantenimiento preventivo de Retroexcavadora

Tabla 4.13: Frecuencia de lubricación para Retroexcavadora Case

<div></div> <div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>		<div>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</div> <div>HOJA DE LUBRICACIÓN</div> <div>RETROEXCAVADORA CASE</div>			
<div></div>					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUENC.	LOCALIZACIÓ N	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº DE PUNTOS	LUBRICANTE
50 <div></div>	1	Pasadores pivote del cucharón.	Engrasar	2	MPG
	2	Pasadores pivote de los brazos	Engrasar	2	MPG
	3	Cilindros de levantamiento del cucharón frontal	Engrasar	2	MPG
	4	Pasador pivote de la pluma de la retroexcavadora	Engrasar	3	MPG
	6	Pasador pivote del cucharón de la retroexcavadora	Engrasar	3	MPG
	11	Vástago del cilindro del cucharón de la retroexcavadora	Engrasar	1	MPG
	12	Vástago del cilindro del brazo de la retroexcavadora	Engrasar	2	MPG
	13	Cojinete del pivote superior de articulación del mecanismo de oscilación de la retroexcavadora	Engrasar	1	MPG
	14	Cojinete del pivote inferior de articulación del mecanismo de oscilación de la retroexcavadora	Engrasar	1	MPG
250 <div></div>	5	Carter del motor	Cambiar aceite	1	SAE 40/API CE
	7	Filtro del motor	Cambiar filtro	1	-
	8	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-
	17	Cojinetes exteriores del eje delantero	Engrasar	4	MPG
500 <div></div>	9	Filtro de aceite de la transmisión y convertidor	Cambiar filtro	1	-
	10	Filtro de aceite hidráulico y transeje	Cambiar filtro	1	-
	15	Juntas universales	Engrasar	4	MPG
1000 <div></div>	16	Transmisión y convertidor	Cambiar aceite	1	ATF
	17	Sistema hidráulico y transeje	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 100

NOTA.

El engrase debe ser según recomienda el fabricante, luego de engrasar se deben limpiar los excesos de grasa.


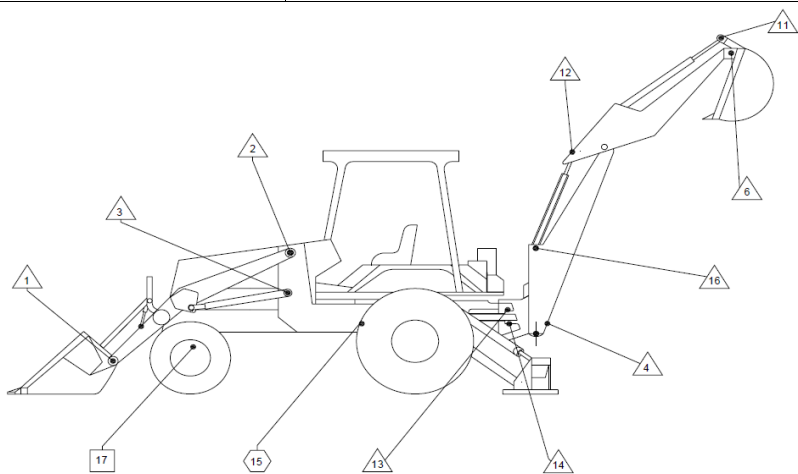




Antes de engrasar el círculo se debe limpiar con un trapo embebido en Diesel.

RECOMENDACIONES GENERALES DE SERVICIO

5. Llene el tanque de combustible al fin de cada día de operación para desalojar el aire cargado de humedad y evitar condensación.
6. Limpie bien todas las graseras, tapas y tapones antes de dar servicio para que no entre suciedad en los puntos que se van a engrasar o lubricar.
7. Para el radiador utilice líquido refrigerante o en su defecto, utilice agua limpia y sin minerales para que no se formen incrustaciones que perjudiquen la refrigeración del motor. No utilice agua a la que hayan agregado ablandadores químicos.
8. Es recomendable agregar al líquido refrigerante con algún anticorrosivo, pues en la actualidad existe infinidad de éstos refrigerantes, se debe mezclar en la proporción que indique el fabricante del mismo.

La Programación del Mantenimiento de la Retroexcavadora Case 90HP se muestra en el Anexo 15 y la Programación del Mantenimiento de la Retroexcavadora JCB 3C se Muestra en el Anexo 16.

Tabla 4.14: Frecuencia de lubricación para Retroexcavadora “JCB”

<div></div> <div>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARAJUNO</div>		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO HOJA DE LUBRICACIÓN RETROEXCAVADORA “JCB”			
<div></div>					
TABLA DE LUBRICACIÓN					
FRECUENC.	LOCALIZAC	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	Nº PTOS.	LUBRICANTE
50 <div></div>	1	Pasadores pivote del cucharón.	Engrasar	2	MPG
	2	Pasadores pivote de los brazos	Engrasar	2	MPG
	3	Cilindros de levantamiento del cucharón frontal	Engrasar	2	MPG
	4	Pasador pivote de la pluma de la retroexcavadora	Engrasar	3	MPG
	6	Pasador pivote del cucharón de la retroexcavadora	Engrasar	3	MPG
	11	Vástago del cilindro del cucharón de la retroexcavadora	Engrasar	1	MPG
	12	Vástago del cilindro del brazo de la retroexcavadora	Engrasar	2	MPG
	13	Cojinete del pivote superior de articulación del mecanismo de oscilación de la retroexcavadora	Engrasar	1	MPG
	14	Cojinete del pivote inferior de articulación del mecanismo de oscilación de la retroexcavadora	Engrasar	1	MPG
250 <div></div>	5	Carter del motor	Cambiar aceite	1	SAE 40/API CE
	7	Filtro del motor	Cambiar filtro	1	-
	8	Filtro de combustible	Cambiar filtro	1	-
	17	Cojinetes exteriores del eje delantero	Engrasar	4	MPG
500 <div></div>	9	Filtro de aceite de la transmisión y convertidor	Cambiar filtro	1	-
	10	Filtro de aceite hidráulico y	Cambiar filtro	1	-
	15	Juntas universales	Engrasar	4	MPG
1000 <div></div>	16	Transmisión y convertidor	Cambiar aceite	1	ATF
	17	Sistema hidráulico y	Cambiar aceite	1	SAE 10W/ISO 100

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La aplicación de la matriz F.O.D.A. en el análisis de la situación actual de la gestión del mantenimiento, determinó que no existe una organización administrativa técnica; ocasionando así que no existan responsabilidades y que las relaciones verticales y horizontales no estén definidas trayendo como consecuencia superposición en sus funciones y una falta de organización en la gestión del mantenimiento.
- El estado técnico efectuado determinó que: El tractor Bulldozer International TD 15 C, se encuentra operando en un estado regular, esto debido a los años que éste equipo tiene en operación y también por la falta de un buen plan de mantenimiento, mientras que los equipos: Tractor Caterpillar D6N, Excavadoras Caterpillar 320 C y Case CX 210, Retroexcavadoras Case y JCB, Cargadora JCB 426ZX, Rodillo Bomag y Motoniveladora Case 845; se encuentran operando en un estado técnico “Bueno”.
- Falta de planificación, programación y control de la actividades de mantenimiento por parte del personal responsable del equipo caminero.
- El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Arajuno carece de un taller autorizado donde existan servicios de lubricación, vulcanización, mecánica industrial dotada de área de soldadura y demás servicios profesionales; razón por la cual los equipos tienen que salir a otras ciudades para éste tipo de mantenimiento, lo cual trae como consecuencia la indisponibilidad de los equipos y elevados costos de mantenimiento.

- Los hangares al momento del levantamiento de la información de éste proyecto se encontraban distribuidos de una forma desordenada, lo que dificulta la operatividad del mecánico y del responsable de bodega y la demora en la ejecución en los trabajos.
- En la propuesta de implementación del sistema de gestión de mantenimiento se presenta una estructura administrativa técnica con su respectivo manual de funciones; planificación y programación del mantenimiento: Codificación del equipo caminero, órdenes de trabajo, solicitud de materiales, hoja de inventarios, hojas de lubricación, niveles de mantenimiento y bitácoras de mantenimiento; la misma que permitirá una mejor gestión y mayor disponibilidad del equipo caminero.

5.2 Recomendaciones

- Ejecutar la implementación del sistema de gestión del mantenimiento, a fin obtener una verdadera organización administrativa y funcional.
- Establecer un registro de proveedores de repuestos, materiales y servicios externos, que permitan una mayor eficiencia y eficacia en la gestión del mantenimiento.
- Elaborar presupuestos de operación y de inversión que faciliten agilidad en los procesos administrativos.
- Se recomienda motivar al personal mediante la capacitación en diferentes áreas de la gestión del mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **EN 13306:2011**, Norma europea. pág. 8
- [2] **BARROSO, F.** Manual sobre gestión de mantenimiento, pág. 19-42.
- [3] **BARROSO, F.** Manual sobre gestión de mantenimiento, pág. 43-55
- [4] **BARROSO, F.** Manual sobre gestión de mantenimiento, pág. 31.
- [5] **MOUBRAY, C.** RCM Mantenimiento centrado en la confiabilidad, pág. 7
- [6] **MOUBRAY, C.** TPM Total productive maintenance, pág. 5-11
- [7] **TEXACO.** Manual de productos aceites lubricantes, grasas lubricantes y otros, pág. 5-28.
- [8] **ARBÓS, C.** TPM Total productive maintenance, pág. 56-59
- [9] **JORGENSEN, R.** Mñual de equipos y talleres, pág. 5-25

BIBLIOGRAFÍA

ALLIS CHALMERS. Manual de servicio HD11 tractor sobre orugas. Mandos finales. Form

06851935. Springfield, Illinois: Construction Machinery Division

ALLIS CHALMERS. Manual de servicio motores 10000 y 11000. Form 650410. Milwaukee,

Wisconsin: Construction Machinery Division.

BESANTE, Francisco y JUBERA, Miguel. Tecnología del automóvil. Barcelona: Reverté, 1985.

CAPOTE ABREU, J. Los indicadores técnico-económicos en la explotación de los equipos de

Transporte. Revista Ingeniería Civil. 1976.

CATERPILLAR. Service manual D7F power train. Form N° REG00823. Illinois: Caterpillar

Tractor Co, November 1971.

CATERPILLAR. Service manual 3304&3306 vehicle engines. Form N° REG01349. Illinois:

Caterpillar Tractor Co., march 1973.

CATERPILLAR. Parts book D6D tractor power shift. Form SEBP1133. Peoria, Illinois:

Caterpillar Tractor Co. Publications Div, November 1980.

CATERPILLAR. Performance handbook. Edition 26. SEBD0337. Peoria, Illinois: Publication

By Caterpillar, October 1995.

CATERPILLAR. Guía de aplicaciones del tren de rodaje. Estados Unidos PSGP20009 (01): 12-

14. 1997.

CATERPILLAR. Motor Grader 120G. Estados Unidos. AE0 49143: 6. March 1974.

CATERPILLAR. Compactadores vibratorios de suelos CS-563D y CP-5. Estados Unidos.

HSHG9609: 12. 2000.

CUADRADO, Edwin. Mantenimiento Industrial. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2000.

DIAZ DEL RIO, Manuel. Maquinaria de construcción. 5ta ed. Madrid: Publicación de la EU. IETCC. 1996.

DIAZ, Rodrigo F. Motores de combustión interna. Riobamba: Pedagógica Freire, 1987.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. 2daed. Azcapotzalco, México: Continental, 1998.

GUREVICH, A.M. **SOROKIN**, E.M. Tractores y Automóviles. Moscú: MIR, 1978.

HERBERT L, Nichols Jr. Manual de reparación y mantenimiento de maquinaria pesada. 2da ed. México: Continental, 1983.

LOPEZ, Patricio. Sistemas hidráulicos y neumáticos aplicados a maquinaria y equipo pesado.

Excavadora hidráulica Caterpillar 320C. Tesis. Ing. deEjecución Mecánica Automotriz.

Latacunga: Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Facultad de Ingeniería de Ejecución Mecánica Automotriz y Autotrónica, 2000.

MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico. 9naed. México: McGraw-Hill, 1995.

ECUADOR, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. Quito: Departamento de Capacitación y Entrenamiento, octubre 1988. Segmento I. Cargadora frontal. 31 p. Segmento III. Sistema Hidráulico de equipo caminero.

ECUADOR, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. Reparación del sistema hidráulico II. Quito: SECAP- Programa de unidades móviles, agosto 1980.

ECUADOR, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. Manual de Equipos y Talleres, s.l:

Preparado por Roy Jorgenssen. Consultores en ingeniería y administración ejecutiva.

ECUADOR, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. La motoniveladora. Quito:

Departamento de Capacitación y Entrenamiento, 1988.

MORROW L. Manual del mantenimiento industrial. México: CECSA, 1974.

NEWBROUGH, E. T. PERSONAL DE ALBERT RAMOND Y ASOCIADOS.

Administración del Mantenimiento Industrial. 6taed. México: Diana, 1982.

PRANDO, Raúl. Manual gestión de mantenimiento a la medida. Guatemala: Piedra Santa, 1996.

SEGOVIA, Andrés. Sistemas Hidráulicos y Neumáticos Aplicados a Maquinaria Pesada y

Equipo Pesado. Tractor D155A-2. Tesis. Ing. de Ejecución Mecánica Automotriz.

Latacunga:

Escuela Superior Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería de Ejecución mecánica

Automotriz y Autotrónica, 2000.

TEXACO. Manual de productos aceites lubricantes, grasas lubricantes y otros. s.l: Dep. Técnico

Lubricantes Conauto, 1999.

YPF. Aceites lubricantes industriales – Su tecnología y aplicación.

ZULETA. V, Juan. Sistemas Hidráulicos y Neumáticos Aplicados a Maquinaria y Equipo

Pesado. Motoniveladora 120H. Tesis. Ing. de Ejecución Mecánica Automotriz. Latacunga:

Escuela Superior Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería de Ejecución Mecánica

Automotriz y Autotrónica, 2002.

LINKOGRAFÍA

Análisis y cálculo de costos y precios unitarios.

<http://www.unam.mx/terracerias/tema3b>.

14/05/2011

Definiciones de maquinaria de obra pública

<http://members.fortunecity.es/100pies/Definiciones.htm>

05/05/2011

Distribuidor y fabricante de equipos camineros.

<http://www.caterpillar.com>

23/04/2011

Implementos y herramientas de corte para maquinaria pesada de obras públicas.

<http://www.Catworktools.com>.

23/04/2011

Best practices maintenance.

<http://www.tpmonline.com/articles/management/13steps.htm>

21/04/2011.

La vida útil de equipo pesado-transmisiones, diferenciales y sistemas hidráulicos.

www.widman.biz.

03/04/2011.